安全科学技术百科全书

《安全科学技术百科全书》编委会

ANQUAN KEXUE JISHU BAIKE QUANSHU

中国劳动社会保障出版社

目　录

六、安全生产、劳动保护管理 …… 527

七、防灾与减灾学 …… 596

一、安全科学技术基础理论

(一)数　　学

duicelun
【对策论】 对策论又称博弈论,它是运筹学的一个分支,是关于两个或多个局中的人按一定规则处于竞争状态下的决策行为的数学理论。

对策论起源于关于室内游戏(象棋、扑克等)局中人的行为与得失的研究。其理论对于局中参与者要求其策略和竞争在行为形态上具有相似性,从而在局中人已知自己全部可采取的策略,而不知他方如何决策的情况下,给竞争各方提供选择最优决策的理论和方法。

1921年法国的包瑞尔首先作出对策论的研究。美籍数学家冯·诺意曼在1928年提出的"最大最小原则"奠定了对策论的理论基础,特别是在1944年发表的《对策论与经济行为》一书,引起了广泛的注意,对策论也由最初对于桥牌、棋艺的研究转到对经济、军事、心理等领域的广泛应用。现在,对策论在线性规划、统计判决、管理科学、运筹学和军事计划等领域都有着密切关系。对策论也是安全管理学的理论基础。现代化生产中的安全问题是极复杂的问题,运用对策论解决这些复杂的问题,提出新模型具有重要意义。

参与对策的局中人可以是一个人,也可以是若干人或一个队,例如,在桥牌中的一对搭档。娱乐性对策通过制定出的一个规则表来说明,为使一对策能进行,它必须具有以下性质:①必须有一种开始对策的方式;②必须明确列出对于在对策中可能出现的局势来说是合法的(即允许的)移步表;③在每一步,必须恰好有一个局中人被指定做出选择,不然就用一种随机设备(例如掷骰子或旋转的指示针)做出选择;(4)经过有限步之后,对策终止;或者宣布获胜者,或者在局中人之间交换支付,或两者兼而有之。任意满足类似于这些规则的竞争局势,都可以看做是一对策,并应用对策论来分析。当对策用一规则表作出规定时,我们就说它是广泛形式的对策。

为了数学上的方便而提出正规化形式的对策,这需要引进纯策略的概念。一个局中人(不是随机局中人)的纯策略是这样的一张合法移步的完备清单,根据这张清单,他对于对策过程中的每一种可能的场合都能作出自己的选择。局中人的全体纯策略组成策略集合,这个数目往往很庞大,所以对策论的实际应用即使对于娱乐性对策也由于计算上的困难而受到严重的限制。但为能在计算机上实现,可以对它作一些简化。

从每个局中人的策略集合中各取一个策略所组成的策略组,称为局势。一局对策结束后,每个局中人的胜负,称为得失(赢得与损失),而每个局中人的得失又是全体局中人所取定的一组策略的函数,即得失是局势的函数,称为支付函数。

室内游戏的结构也可加以公式化。按一个概率选择步骤组成具有半序结构的对策树,树的分枝表示步骤,从最下端沿树顺枝向上至最上端的一点的一条通路表示一次游戏的过程,称为一局。

对策论按局中决策人数的多少可分为二人对策或多人对策;按局中人的合作态度可分为合作对策与非合作对策;按局中人支付函数的总和是否固定可分为零和对策与非零和对策。另外,还有研究追赶现象的微分对策等。分析对策现象可以用支付矩阵(标准形)或对策(展开形)等方法。

正规化形式的对策 在对策中局中人选择了纯策略之后,他们不必亲自进行对策,而可以把他们的策略交给中间人或公证人,然后由这个人来执行他们的指示并实现他们的移步。这种直观明白的想法很自然引出对策正规化形式。

暂且假设在对策中没有随机步,即有 n 个实在的局中人而没有随机局中人。用 $S_1,S_2,\cdots,S_n$ 分别表示第 $1,2,\cdots,n$ 个局中人的特定的纯策略。给出了这些,对策必须恰好以一种方式进行并得到唯一的结局。设 $P(S_1,S_2,\cdots,S_n)$ 是在这一局对策中第 i 个局中人的金钱收支。假若只宣布获胜者而不交换金钱,则可以随意要求每一失败者交出一个单位的(金钱)并由获胜者均分失败者的支付,用这种办法就作出一种金钱的分配。

在可以引入随机局中人的作用之前,必须阐明数学期望这个重要的概念。假设 $Q_1,Q_2,\cdots,Q_k$,是一随机事件的相互排斥的金钱收支,又进一步假设它们发

生的概念是 $p_1, p_2, \cdots, p_k$，其中 $p_i > 0$ 和 $p_1 + p_2 + \cdots + p_k = 1$，则随机事件的数学期望 E 定义为和数 $E = p_1Q_1 + p_2Q_2 + \cdots + p_kQ_k$。

作为一个例子，假设某人抛掷一个硬币，如果掷得正面他获得3元，掷得反面他要付出1元。假设硬币是均匀的，每一事件发生的概率是1/2，于是数学期望是3(1/2) - 1(1/2) = 1，注意数学期望不等于实际上每一次抛掷硬币所能得到的任一种支付，我们可以把它解释为当试验重复很多次时所得支付的平均数。

如果在对策中有随机步，一个纯策略集合（其中含每一局中人的纯策略）并不唯一确定对策的结果，它只是确定一组可能的结果，这些结果是相互排斥的，并且具有依赖于他们所发生的有关随机步的概率，因此这时人们能够令 $p_i(S_1, S_2, \cdots, S_n)$ 是局中人 i（对 $i = 1, 2, \cdots, n$）的期望支付。

现在，一对策的正规化形式就定义为对于每一种可能的纯策略组合，每个局中人的所有期望支付的清单。在二人对策的情形，把这些排列成矩阵的形式是最方便的。

统计对策 统计学家沃尔特把对策论用于统计判决函数理论，这是对策论在其他领域中的一个最早的应用。在这种统计对策中，行局中人解释为统计学家，列局中人解释为大自然。大自然和实际生活中的局中人之间的差别在于它没有为我们所知的偏向，它有时可以做出有助于统计学家的选择，有时则不是。沃尔特选定把对策论直接应用于这个问题，并给出了统计学家的像矩阵对策中的极小—极大策略那样的解。有些人认为这个解太悲观而加以反对，同时提出了一些其他的解。

例如，在医生的“两难问题”中，统计学家就是一个要对治疗某种疾病的两种药物A和B进行检验的医生，已知药物A对治疗有点效果而不会引起副作用，药物B在某些情况下有特效，但带有不希望产生的副作用，然而还不能肯定副作用是否仅由药物引起。医生把这种情况列成下表进行分析，他规定这些支付是把正的金钱结果联系于疾病的早期痊愈，而把负的结果联系于不希望有的副作用。医生应该怎样做出他的选择呢？他为了使自己免遭在使用纯策略时可能导致的失败，就要选择第一行，因为这一行的极小值是最大的。如果他允许自己使用混合策略，他就要利用最优策略，即以概率5/6选取第一行和以概率1/6选取第二行（例如，他可以掷一颗骰子，当且仅当掷出1点时选择药物B）。

许多人对于使用随机设备来作出如此重要的决定似乎有抵触，但是对策论证明了，如果目的要使数学期望为最大，而且对情况的分析又是正确的，则这样的决定规则应是最优的。

在企业安全生产决策中，类似“两难问题”是很多的。统计决策，有助于决策者做出最佳选择。

医生对药物的决策

医生的选择	大自然的选择	
	A比B好	B比A好
用A而不用B	10	5
用B而不用A	-5	20

简单对策 在政治行为的应用中，一类重要的 n 人对策是所谓简单对策。在这样的一个对策中每个联盟可以是获胜的、失败的或僵持的。例如，一个获胜的联盟可以是一批能够选出他们的候选人的选民，或者是一群使他们的法案获得通过的立法者，不在一给定的获胜联盟内的局中人形成失败的联盟。最后，一个联盟是僵持的，结果无论是在联盟中或不在联盟中的局中人都不能实现他们的愿望。

有一个很普遍的观察结果，即在这样的一种投票局面中，一个人的权力不一定和他所支配的票数成比例，这部分是由于人与人之间的差异，部分是由于投票结构本身。夏普利提出的权力指标是事先给每一个局中人指定一个数，这个数表明投票结构给予该局中人的权力，我们将在下面的例子中加以具体说明。

甲、乙和丙是某委员会的成员，在委员会中对任一争论问题甲能投1票，乙能投2票，丙能投3票。如果通过一个议案需要4票，这时候获胜的、失败的和僵持的联盟是哪些？每人的相对投票权力是什么？

获胜的联盟是（甲、丙），（乙、丙）和（甲、乙、丙）。失败的联盟是（甲、乙）。僵持的联盟是（甲、乙）与（丙）。

假设人们逐个进入委员会的房间。一个人当他进入房间而使得在房间内的人群由一个失败的或僵持的联盟变为获胜的联盟时就是关键性的，这三个人进入房间的顺序可以有6种。因为丙在6次中有4次是关键性的，所以给予他权力4/6 = 2/3。类似的，甲和乙每人有一次是关键性的，故给予他们每人的权力是1/6。注意，所有权力加起来的和是1。还要指出，丙只是支配半数选票，但确有2/3的权力，而乙支配1/3的选票，但只有1/6的权力。

这模型能够用来对投票人的实际权力和他的如上给定的指标加以比较，这样一来，借助模型可以把人的因素从投票结构中分离出来。对这模型还可作进一步的推广。

对策机器 大型电子计算机在数值问题中最早的应用之一是解大型矩阵对策。为了求这样的解已提出了一些方法。目前，这些方法中最为流行的是丹齐格提出的单纯形法。在现今可供使用的机器上已编出解 $m + n \leq 4\,000$ 的对策程序。利用所谓分解法能够把这

些方法推广到某些带有上千个或者上百万个变量和约束条件的问题。方法主要应用于解线性规划问题，我们可以证明这和矩阵对策是等价的。

计算机经编制程序还可以用来进行像围棋与国际象棋那样的棋盘上的对策。严格说来，它们现在完全没有用到对策论，只不过人们在设计代码时使用了某些对策概念。用计算机进行这些对策迄今还不如一个中等水平的棋手，但是，仍然有希望在不远的将来使它们变得比人类的棋手好，甚至最终能帮助回答关于国际象棋是否一定成和局或者是否不是黑方就是白方有一个最优的获胜策略这样的问题。

由于对策论的应用经常导致巨大的矩阵对策，显然，理论的未来应用将部分地依赖于计算机为如此大型的对策提供解的能力。

结论 对策论的结构分析为哲学家和行为科学家长期考虑的许多问题提供了基础。例如，福利国家的概念、垄断理论、支付极大数之极大值的想法和空谈政治家的竞争等，所有这些要借助对策论重新作严格的审查。支付极大数之极大值的想法已被证明是不可取得的(极小—极大原理是切实可行的)。在社会学和政治科学中，发展了有助于分析老问题和对新问题的分析更加敏锐的模型，上面研究的投票模型就是这样的例子。

juecelun

【决策论】 决策论是根据信息和评价准则，用数量方法寻找或选取最优决策方案的科学，是运筹学的一个分支和决策分析的理论基础。在实际生活与生产中对同一个问题所面临的几种自然情况或状态，又有几种可选方案，就构成一个决策，而决策者为对付这些情况所采取的对策方案就组成决策方案或策略。

决策论是在概率论的基础上发展起来的。随着概率论的发展，早在1763年贝叶斯发表条件概率定理时起，统计判定理论就已发萌芽。1815年拉普拉斯用此定理估计第二天太阳还将升起的概率，把统计判定理论推向一个新阶段。统计判定理论实际上是在风险情况下的决策理论。这些理论和对策理论概念上的结合发展成为现代的决策论。决策论在包括安全生产在内的许多领域都有着重要应用。

决策问题根据不同性质通常可以分为确定型、风险型(又称统计型或随机型)和不确定型三种。

确定型决策 是研究环境条件为确定情况下的决策。如某工厂每种产品的销售量已知，研究生产哪几种产品获利最大，它的结果是确定的。确定型决策问题通常存在着一个确定的自然状态和决策者希望达到的一个确定目标(收益较大或损失较小)，以及可供决策者选择的多个行动方案，并且不同的决策方案可计算出确定的收益值。这种问题可以用数学规划，包括线性规划、非线性规划、动态规划等方法求得最优解。但是许多决策问题不一定追求最优解，只要能达到满意解即可。

风险型决策 是研究环境条件不确定，但以某种概率出现的决策。风险型决策问题通常存在着多个可以用概率事先估算出来的自然状态，及决策者的一个确定目标和多个行动方案，并且可以计算出这些方案在不同状态下的收益值。决策准则有期望收益最大准则和期望机会损失最小准则。

风险情况下的决策方法通常有最大可能法、损益矩阵法和决策树法三种。

最大可能法是在一组自然状态中当某个状态出现的概率比其他状态的大得多，而它们相应的益损值差别又较小的情况下所采用的一种方法。此时，可取该具有最大概率的自然状态而不考虑其他决策，并按确定性决策问题方法进行决策。

益损矩阵由不同的益损值组成。设有 n 种不同的自然状态，它们所出现的概率为 $p_1,\cdots,p_n$，又有 m 种不同的行动方案 $A_1,\cdots,A_m$，并且用第 i 种方案处理第 j 种状态所得到的益损值为 a_{ij}，则收益矩阵为 $m\times n$ 矩阵 (a_{ij})，而第 i 种方案的益损期望值为 $E_i=\sum_{j=1}^{n}a_{ij}, i=1,2,\cdots,m$。比较不同方案的期望值大小可选定一个较好的行动方案。比如，若决策目标是收益最大，则求 $\max(E_i)$；若决策目标是损失最小，则求 $\min(E_i)$。

决策树是按一定的决策顺序画出的树状图。以一个产品的开发为例，它有一系列的决策：是否需要进行开发，选择什么样的生产模式和规模，确定生产费用、售价及可能的销售量等等，按此种决策序可画出决策树。决策者可在决策点，如对不同的开发费用赋予相应的主观概率，并对机会点，如对未来的销量用主观概率算出不同售价下的期望效用。选取期望效用最大者为该决策点的效用值，相应的决策就是这个点的最优决策。于是，由最后一个决策点逐步逆推，直到最初的决策点，就得到在诸决策点上的一串最优决策及相应的期望效用值。

不确定型决策 它是研究环境条件不确定，可能出现不同的情况(事件)，而情况出现的概率也无法估计的决策。这时，在特定情况下的收益是已知的，可以用收益矩阵表示。

不确定型决策问题的方法有乐观法、悲观法、乐观系数法、等可能性法和后悔值法等。乐观法又称冒险主义法，是对效益矩阵先求出在每个行动方法中的各个自然状态的最大效益值，再确定这些效益值的最大值，由此确定决策方案；悲观法又称保守法，是先求出在每个方案中的各自然状态的最小效益值，再求这些效益值的最大值，由此确定决策方案；乐观系数法是乐观法乘某个乐观系数；等可能性法是在决策过程中不

能肯定何种状态容易出现时都假定它们出现的概率是相等的，再按矩阵决策求；后悔值法是先求出每种自然状态在各行动方案中的最大效益值，再求出未达到理想目标的后悔值法，由此一步步确定决策方案。

tongchouxue
【统筹学】 统筹学研究如何在实现整体目标的全过程中施行统筹管理的有关理论、模型、方法和手段，是数学与社会科学交叉的一个学科分支。它通过对整体目标的分析，选择适当的模型来描述整体的各部分之间，各部分与整体之间及它们与外部之间的关系和相应的评审指标体系，然后综合成一个整体模型，用以进行分析并求出全局的最优决策以及与之协调的各部分的目标和决策。统筹学的理论与方法渗透到管理的许多领域。在安全管理中也有着重要应用。

基本统筹模型 统筹方法中的基本模型是统筹图（或网络图），它是用节点、箭头和与之相应的数来记述整体和各部分之间的以及它们与外界间的关系。从基本模型出发，根据不同的目标，可选取与之相适应的其他模型。

当整体目标为完工时间时，用箭头表示各部分的活动，节点表示事件（如某些活动完成，某些活动开始等），箭杆上相应的数字表示完成该活动的时间，箭之间的衔接表示各部分之间的顺序关系。从统筹图的起点出发，沿箭头走到终点，可以有一条或多条路线，其中花费时间最多的称作关键路线，关键路线上的各活动称为关键活动。关键路线可能不止一条，但任一条关键路线所有的时间均相同，且是动态的，最终应为整个工程的最短完成时间）。

当统筹图较复杂时，可借助计算机的帮助。假定节点编号为 $1,2,\cdots,n$，(i,j) 表示活动，t_{ij} 为活动 (i,j) 所需的时间。若活动 (i,j) 出现在统筹图上，则 i 称为 j 的前驱节点，j 称为 i 的后继节点，记 $B(j)$ 为节点 j 的所有前驱节点的集合，$A(i)$ 为 i 的所有后继节点的集合。

节点 j 的最早可能开始时间：

$$t_E(j)=\max_{i\in B(j)}[t_E(i)+t_{ij}],\ t_E(j)=0$$

当 $B(j)=\phi$，$j=1,2,\cdots,n$，$T=t_F(n)$ 为关键路径的时间。节点 i 的最迟必须完成时间为 $t_L(j)=\min_{j\in A(i)}[t_L(j)-t_{ij}]$，$t_L(n)=T$，$i=n-1,n-2,\cdots,1$，活动 (i,j) 的最早开始时间和最迟开始时间分别为：

$$EST_E=t_E(i),\ LST_{ij}=t_E(j)-t_{ij}$$

时差为：

$$TF_{ij}=LST_{ij}-EST_{ij}$$

若 $TF_{ij}=0$，则 (i,j) 为关键活动。

常用的统筹模型

1. 时间－成本优化模型。整体目标涉及时间与成本时，在统筹图中与箭头相应的数字表示时间与成本的关系。

2. 时间－资源优化模型。整体目标涉及时间与资源时，则可在工期一定的条件下，均衡不同时期资源需要量和相应各部分的有关参数。

3. 决策型模型。在决策阶段面临各部分多种方案的选择，从整体出发，选择其中之一方案。此时统筹图上含有若干决策点。

4. 控制模型。在计划实施阶段，用以对财务、进度、资源等的控制。

5. 搭接网络模型（MPM 方法）。两部分之间的关系是用其中一部分的开始与结束时间与另一部分的开始和结束时间的间隔来描述的，这种关系允许两部分工作有重合搭接，便于描述联结型作业与交叉平行作业。

6. 非肯定型统筹模型。与各部分相应的“给定数”是随机向量。

为了更客观地描述现实世界中存在的复杂的衔接关系和数量关系，还可引进广义统筹模型，其中节点由前后两部分组成，刻画到达与离开此节点时的各部分之间的关系。

用节点和箭头组成的统筹图称为决策型统筹图，是进行多阶段决策的有力工具。为找出总体最优解和与之相协调的各部分的指标和参数组，可按以下步骤分析广义统筹图：

①进行调查研究，画出广义统筹图。②计算整体指标，计算方法有代数分析法、流图计算法、矩母函数与 W 函数法。③评审与优化。根据综合的整体指标，进行评审，找出现存整体的最优解，或对整体进行设计，以取得最优效果。④确定与整体协调的各项决策、各部分的指标与有关参数。⑤控制、调整与整理。

统筹学是管理科学中较为活跃的分支，它的应用范围与效果随计算机的发展而不断扩大，并与数学的有关分支和社会经济学结合产生一些新的有生命力的管理科学分支，进一步推动了统筹学的发展。

yunchouxue
【运筹学】 运筹学是应用分析、试验和量化的方法，在内外环境的约束条件下合理调配人力、物力和财力等资源，为经济管理、民政和国防等部门的决策者提供有依据的最优方案，以实现最有效管理的一门应用科学。

“运筹学”一词最早出现于 1938 年，原意是作战研究。在二战中运筹学工作者研究解决了许多战争的课题。在 20 世纪 40 年代以后得到了迅速发展，主要原因是：①大规模新兴工业的出现，同行业的竞争加剧，需要对大型工业的复杂的生产结构和管理关系进行研究；②产品更新换代加速，需要注意市场情况和消费者心理分析；③电子计算机的出现。

运筹学的基本特征是：

1. 系统的整体优化。这是一个相对的概念。如果把企业看作一个系统，则生产、销售、财务等部门是它的子系统。生产部门从提高生产效率，便于组织生产出发，总希望减少产品品种，增大生产批量；而销售部门从满足用户需要和便于占领市场出发，希望增加花色品种。以运筹学的方法研究企业生产经营问题时，则是从企业整体效益出发，找出一个最优的协调方案。

2. 多学科配合。运筹学除需要应用微积分、线性代数、概率论及电子计算机等多方面的专门知识以外，随研究具体对象不同，需要有经济学、管理学、心理学及各种工程技术方面的知识。

3. 应用模型化的方法。对一个已确定研究范围的现实问题，按提出的预期目标，将现实问题中的主要因素及各种限制条件之间的因果关系、逻辑关系建立为图表、框图和数学表达式。

应用运筹学处理问题时分为六个阶段：

1. 确定目标和明确问题，包括把整个问题分解成若干子问题，确定问题的尺度，有效性度量，可控变量和不可控变量，常数与参数等。

2. 制订方案，即定出几个大步骤和完成各步骤的时间。

3. 收集数据和建立模型，包括定义关系、经验关系和规范关系。

4. 求解模型和优化方案，包括确定求解模型的数学方法、程序设计和调试，传真运行和方案选优。

5. 检验模型和评价解答，包括检验模型的一致性、灵敏度和工作能力，并用试验数据来评价模型的解。

6. 方案实施和不断优化，包括应用所得的解解决实际问题。

上述六个阶段需要交叉进行，不断反复。

运筹学包含有以下一些分支：数学规划[它又包含有线性规划、非线性规划、整数规划、混合整数规划、组合规划（组合最优化）、参数规划、随机规划、多目标规划、几何规划和动态规划等]、图论网络流、决策分析、可靠性数学理论、库存论、对策论、搜索论及模拟等。

现代运筹学方法强调黑箱方法、数学模型和传真运行。它重视系统的输入、输出关系，即问题所处的环境条件和问题中主要因素与环境间的关系，而不追求系统的内部机理，因而易于达到从系统整体出发来研究问题的目的。

常用的数学模型有：分配模型、运输模型、选址模型、网络模型、计划排序模型、存储模型、排队模型、概率决策模型和马尔可夫模型等。模型求解往往应用计算机程序进行传真运行。现已有各种运筹学软件包，使运筹学能处理相当复杂的大型问题。

随着运筹学应用于社会大系统，仅靠定量分析已难以找到合理的优化方案，人们常采用定量与定性相结合，在定量分析的基础上进行定性分析的方法。因此，在许多情况下已很难划分运筹学、系统分析和政策分析的界限。

运筹学有广阔的应用领域，它已渗透到诸如服务、库存、储蓄、人口、对抗、控制、时间表、资源分配、厂址定位、能源、设计、生产、可靠性、设备维修与更换、安全、检验、决策、规划、管理、行政、组织、信息处理及交通、教育、医疗卫生等各个领域。

suiji guocheng

【随机过程】 随机过程是一连串随机事件动态关系的定量描述。随机过程论与其他数学分支如位势论、微分方程、力学及复变函数论等有密切的联系，是在自然科学、工程科学及社会科学各领域研究随机现象的重要工具。随机过程论目前已得到广泛的应用，在诸如天气预报、统计物理、天体物理、运筹决策、经济数学、安全科学、人口理论、可靠性及计算机科学等很多领域都要经常用到随机过程的理论来建立数学模型。

一般来说，把一族随机变量定义为随机过程。在研究随机过程时人们透过表面的偶然性描述出必然的内在规律并以概率的形式来描述这些规律，从偶然中悟出必然正是这一学科的魅力所在。

随机过程整个学科的理论基础是由柯尔莫哥洛夫和杜布奠定的。这一学科最早源于对物理学的研究，如吉布斯、玻尔兹曼、庞加莱等人对统计力学的研究，及后来爱因斯坦、维纳、莱维等人对布朗运动的开创性工作。1907 年前后，马尔可夫研究了一系列有特定相依性的随机变量，后人称之为马尔可夫链。1923 年维纳给出布朗运动的数学定义，直到今日这一过程仍是重要的研究课题。随机过程一般理论的研究通常认为开始于 20 世纪 30 年代。1931 年，柯尔莫哥洛夫发表了《概率论的解析方法》，1934 年 A·辛钦发表了《平稳过程的相关理论》，这两篇著作奠定了马尔可夫过程与平稳过程的理论基础。1953 年，杜布出版了名著《随机过程论》，系统且严格地叙述了随机过程基本理论。

研究随机过程的方法多种多样，主要可以分为两大类：一类是概率方法，其中用到轨道性质、停时和随机微分方程等；另一类是分析的方法，其中用到测度论、微分方程、半群理论、函数论和希尔伯特空间等。实际研究中常常两种方法并用。另外，组合方法和代数方法在某些特殊随机过程的研究中也有一定作用。研究的主要内容有：多指标随机过程、无穷质点与马尔

可夫过程、概率与位势及各种特殊过程的专题讨论等。中国学者在平稳过程、马尔科夫过程、鞅论、极限定理、随机微分方程等方面作出了较好的工作。

一个实际的随机过程是任意一个受概率支配的过程，例子有：①看作是受孟德尔遗传学支配的群体的发展；②受分子碰撞影响的微观质点的布朗运动，或者是宏观空间的星体运动；③赌场中一系列的赌博；④公路一指定点汽车的通行。

在每一种情形，一个随机系统在演化，这就是说它的状态随着时间而改变，于是，在时间 t 的状态具有偶然性，它是一个随机变量 $x(t)$，参数 t 的集通常是一个区间（连续参数的随机过程）或一个整数集合（离散参数的随机过程）。然而，有些作者只把随机过程这个术语用于连续参数的情形。

如果系统的状态用一个数来表示，$x(t)$ 就是数值的，在其他情形，$x(t)$ 可以是向量值或者更为复杂。在本条的讨论中，通常限于数值的情形。当状态变化时，它的值确定一个时间的函数——样本函数，支配过程的概率规律确定赋予样本函数的各种可能性质的概率。

数学上的随机过程是由实际随机过程概念引起的一种数学结构。人们研究这种过程，是因为它是实际随机过程的数学模型，或者是因为它的内在数学意义以及它在概率论领域之外的应用。数学上的随机过程可以简单的定义为一族随机变量，即指定一参数集，对于其中每一参数点 t 指定一个随机变量 $x(t)$。如果回忆起随机变量自身就是一个函数，以 ω 表示随机变量 $x(t)$ 的定义域中的一点，并以 $x(t,\omega)$ 表示随机变量在 ω 的值，则随机过程就由刚才定义的点偶 (t,ω) 的函数以及概率的分配完全确定。如果固定 t，这个二元函数就定义一个 ω 的函数，即以 $x(t)$ 表示的随机变量。如果固定 ω，这个二元函数就定义一个 t 的函数，这是过程的样本函数。

一个随机过程的概率分配通常是由指定它的随机变量的联合分布来给定的，这些联合分布以及由它们诱导出来的概率可以解释为样本函数的性质的概率。例如，如果 t_0 是一个参数值，样本函数在 t_0 取正值的概率是随机变量 $x(t_0)$ 有正值的概率。在这个水平上的基本定理：任意指定的自身相容的联合概率分布对应一随机过程。

随机过程的概念很广泛，因而随机过程的研究几乎包括概率论的全部。虽然不能给出一个有用而又狭窄的定义，但是概率论工作者在使用随机过程这个术语时，通常（除非他的兴趣在于一般理论的数学基础）想到的是其随机变量具有某种有意义的相互关系的随机过程，例如，独立性就是这样一种关系。在提出随机过程这个术语之前，独立变量序列就是研究了很长时间的一类随机过程。由于历史上的原因，一般不把这样的序列看作是随机过程（虽然后面将要讨论它的连续参数的类似物——具有独立增量的过程，它被看作是随机过程）。本条的余下部分是对某些特殊的随机过程类作一般的论述，由于这些过程类在数学上和非数学上的应用中十分重要，所以它们已引起了人们的极大注意。

平稳过程 这类随机过程中的任意有限多外随机变量的联合分布不受参数平移的影响，即 $x(t_1+h)$，$x(t_2+h)$，…，$x(t_n+h)$ 的分布与 h 无关。

马尔可夫过程 一过程是马尔可夫过程，如果给定了过程的现在，其过去与将来相互独立。更确切地说，如果 $t_1<\cdots<t_n$ 是参数值，又若 $1<j<n$，则当给定 $x(t_j)$ 时，随机变量集合 $[x(t_1),\cdots,x(t_{j-1})]$ 与 $[x(t_{j+1}),\cdots,x(t_n)]$ 相互独立，这等价于当给定 $x(t_1),\cdots,x(t_{n-1})$ 时，$x(t_n)$ 的条件概率分布依赖于 $x(t_{n-1})$ 的指定值，而且事实上就是当给定 $x(t_{n-1})$ 时 $x(t_n)$ 的条件概率分布。一个重要而又简单的例子是马尔可夫链，其中状态的数目是有限或可数无穷（此时术语有点变化）。下面是一类简单的离散参数马尔可夫链：设 (p_{ij}) 是一数集，其中 i 和 j 的变化区域是一有限或无穷整数集合（用物理学的语言，数 p_{ij} 是某种系统从状态 I 经一步转移到状态 j 的概率），数 p_{ij} 满足关系式：

$$p_{ij}\geqslant 0,\qquad \sum_j p_{ij}=1$$

联系于所讨论的马尔可夫过程的随机变量是整数值的，用 $x(0)$，$x(1)$，…表示之。如果指定 i_0 为初始状态，即赋予 $x(0)$ 的值恒为 i_0，则 $x(k)$ 取值 i_k（对于 $k=1,2,\cdots,n$）的概率是乘积：

$$p_{i_0 i_1}\cdots p_{i_{N-1}i_N}$$

对于这个过程，p_{ij} 是当 $x(n)$ 的值为 I 时 $x(n+1)$ 取值 j 的概率。数 P_{ij} 也是当 $x(n)$ 的值为 i 以及 $x(n-1)$ 有任意指定值 a_1，$x(n-2)$ 有值 a_2，…时 $x(n+1)$ 取值 j 的概率（这是刻画马尔可夫过程的特征的性质）。这是一类特殊的马尔可夫链，除了它的状态以整数表示之外，刚刚描述的转移概率还与 n 无关，因此这样的链叫做具有平稳转移概率的链。如果初始状态已给出为一分布，例如指定 $x(0)$ 以概率 p_i 取值 i 计算上式的值变成求和数：

$$\sum_i p_i p_{ii_1}\cdots p_{i_{N-1}}i_N,$$

在这里 p_i 是其和为 1 的任意非负数。如果选定了初始分布则不仅对于 $n=0$，而且对于所有的 N 值，$x(n)$ 取值 j 的概率是 p_i（通常不一定可能）。于是得到的过程是平稳的。

在构造的连续参数马尔可夫链时，假设对于每一

对(i,j),有一个函数p_{ij},它对严格正的t有定义并满足下列公式:

$$p_{ij} \geqslant 0, \sum_j p_{ij} = 1, P_{ij}(s+t) = \sum_k p_{ik}(s)p_{kj}(t)$$

这个方程组叫做切普曼—柯尔戈洛夫方程:一个具有从0到∞的参数变化区域的连续参数马尔可夫随机过程就能够构造出来,因为如果还是以p_i表示$x(0)$取值j的概率,又若$0<t_1<\cdots<t_n$,则$x(t_k)$取值i_k(对于$k=1,2,\cdots,n$)的概率由和数:

$$\sum_{ij} p_i p_{ij}(t_1) p_{i_1 i_2}(t_2 - t_1) \cdots p_{i_{N-1} i_N}(t_N - t_{N-1}^{N})$$

给出。对于这个过程,若$s>0$,则当$x(u)$取值i时$x(u+s)$取值j的概率是$p_{ij}(s)$,这个$P_{ij}(s)$也是当$x(u)$取值i而$x(u_1)$取任意的指定值a_1,$x(u_2)$取任意指定值a_2…等等时$x(u+s)$取值j的概率(这是刻画马尔可夫过程的特征的性质)。这里u_1,u_2…是任意小于u的正数。这个例子不是一般的连续参数马尔可夫链,因为刚才描述的转移概率不依赖于u,这就是说,链有平稳的转移概率。过程是平稳的,如果对于所有j,$x(u)$取值j的概率不依赖于u。或者有一个简单的解释:当$x(n)$取值i时$x(u+s+t)$取值j的概率,等于当$x(u)$取值i时$x(u+s)$取值k的概率乘以当$x(u)$取值i和$x(u+s)$取值k时$x(u+s+t)$取值i的概率,然后对所有k求和。如果没有马尔可夫链,第二因子可以依赖于i。若状态数不是有限或可数无穷,则上面的讨论要作修改,即在上面式子的记号中要用积分代替求和。

典型的应用 对于具有平稳转移概率的马尔可夫过程提出的并在不同程度上得到解决的典型问题如下(这是就连续参数情形叙述的)。对于刚才描述的马尔可夫链,假定下式成立:对所有i,

$$\lim_{t\to 0} p_{ij}(t) = 1,$$

而且为方便起见,定义$p_{ij}(0)$若$i=j$等于1;若$i\neq j$等于0。

1. 当$t\to\infty$时$p_{ij}(t)$有没有极限?换句话说,对于每一j,随着时间的流逝,系统处于状态j的极限概率是否存在?回答是肯定的,并且极限概率是只依赖于最终状态而与初始状态i无关,假如所有状态对之间的转移是可能的。

2. 当$t\to 0$时$p_{ij}(t)$的渐近性态如何?回答是除了$i=j$的情形外,$p'_{ij}(0)$一定存在而且有限。在对转移概率函数作进一步的假设之下(若只有有限多个状态,则假设一定满足),$p'_{ij}(0)$有限且下列等式成立:

$$P'_{ij}(t) = \sum_k p_{ik}(t) p'_{kj}(0)$$

$$P'_{ij}(t) = \sum_k p'_{ik}(0) p_{kj}(t)$$

借助于当$t=0$时给定的导数,利用这些式子就可确定转移概率函数。例如,若c是一个严格正的常数,又若规定当$j=i-1$时$p_{ij}(0)$等于c;当$j=i$时等于$-c$;在其他情况下等于0,这时可以证明,当$j<i$时$p_{ij}(t)=0$,对于其他情形则有:

$$p_{ij}(t) = \frac{(ct)^{j-1} e^{-c}}{(j-i)!}$$

具有这样的转移概率的过程叫做泊松过程。

3. 样本函数的性质如何?当对过程加以进一步的限制时,样本函数在区间上为常数,以跳跃的方式从一个状态变为下一个状态,而且若系统处于状态i时,它下一次跳跃到状态j的概率是$-p'_{ij}(0)/p'_{ij}(0)$。如果系统处于状态i,则它随后仍逗留在这一状态的时间是一个随机变量,其密度是qe^{-tq},这里$q=-p_{ij}(0)$。例如,对于上述的泊松过程,可以证明在适当的正规化条件之下,如果$x(0)=0$,则样本函数是整数值并以单位跳跃单调上升,这过程是放射性衰减物理过程的一个数学模型,即$x(t)$可以解释为一物质在时刻t之前发生放射性蜕变的数目。还有其他一些解释:$x(t)$是在时刻t之前发生的电话呼唤次数;或者是在时刻t之前通过公路一指定点的汽车数目。常数c是这些不同事件的发生率。事实上,$x(u+h)-x(u)$的期望值,即在长为h(这里h当然是正的)的时间区间内发生的事件的期望数是ch,而且不管过程分支的历史如何,在长为h的区间内发生一个事件的概率是ch(准确到h的高阶项)。

对于许多特殊类型的马尔可夫链来说,更为详细的问题是重要的。例如,考虑分支过程。在一质点系统中,所有质点都是同一类型的,一个质点可以按概率q_j分裂为j0个质点,而且这是与该质点过去的历史以及其他质点无关。如果在时刻t观测一质点,它在时刻$t+h$之前发生分裂的概率等于ch(准确到h的高阶项),这里c是一个严格正的常数。于是,在时刻t质点的数目是一个随机变量$x(t)$,$x(t)$过程是一个马尔可夫过程,易见$p'_{ij}(0)$由q_j和c确定。列一般的分支过程允许有若干类型的质点,而且每一质点可以分裂为各种不同类型的质点,变率c与质点类型有关。这时$x(t)$定义为一个向量,它的第i个分量是系统在时刻t的时候所包含的i型质点数。这个过程$x(t)$是一个向量值的马尔可夫过程。在研究分支过程时,最自然的问题是:总体死亡的概率是多少?如果它不死亡,则随着时间的流逝,总体的渐近分布又是怎样?在这里给出问题的回答显得过于专门了。

如果马尔可夫过程的状态包含所有实数,过程的特性可以与链类似,也可以与链有很大差异。例如,过程的样本函数可以是连续的,这类过程的最重要的例子是扩散过程。扩散过程的最简单而非平凡的例子是对应于$m=0$和Q为常数函数的情形,这时,扩散过程就是布朗运动过程或维纳过程,改变量$x(t)-x(s)$有

平均值为 0 和方差的 $Q^2|t-s|$ 的高斯分布，这是物理学的布朗运动的数学模型，即若 $x(t)-x(s)$ 表示一个布朗质点在时刻 s 和 t 之间一个给定方向的位移，这过程是现实的运动的一个很好的模型。

鞅 鞅是具有如下性质的随机过程：若 $t_1<\cdots t_n$ 是参数值，则当给定 $x(t_1),\cdots,x(t_{n-1})$ 时，$x(t_n)$ 的期望值等于 $x(t_{n-1})$。这也就是说，当给定了现在和过去的值时，将来的期望值等于现在的值。显然，鞅可以解释为一个赌徒在参加一列公平的赌博之后的财富。

有关鞅的典型结果是：如果一串随机变量是鞅，则在较弱的条件——对随机变量加上某些“界”，例如，若第 n 个随机变量的绝对值的数学期望有与 n 无关的界，则这串变量收敛。一个适当正规化的连续参数鞅的样本函数没有振动不连续点。

在这里给出鞅论的应用就显得过于专门了，但可以给出一个有提示性的例子，它最低限度能够表明为什么这个理论能有效地应用于信息论。设 $y,x_1,x_2,\cdots$ 是随机变量，又设 y_n 是已知 $x_1,x_2,\cdots,x_n$ 时 y 的期望值，则 y_n 是随机变量，并为 $x_1,x_2,\cdots,x_n$ 的函数，而且序列 $y_1,y_2,\cdots$ 是鞅。这就是说，如果人们知道得越来越多，那么一个随机变量的期望值定义一随机变量序列，这序列就是鞅。

具有独立增量的过程 过程是具有如下性质的连续参数过程，若 $t_1<\cdots<t_n$ 数值，则

$$x(t_2)-x(t_1),x(t_3)-x(t_2),\cdots,x(t_n)-x(t_{n-1})$$

式中一边串的增量是相互独立的。如果 $y(t)=x(t)-x(t_0)$，这里 t_0 是固定的，则 $y(t)$ 过程是一马尔可夫过程。前面提到的泊松过程和布朗运动过程都是有独立增量的。

有关这些过程的典型结果是：若这样的一个过程是适当正规化的，则它的样本函数没有振动不连续点，而且任意增量 $x(t)-x(s)$ 的分布是无穷可分的。这种分布的特征函数有一种标准形式。

mohu shuxue

【模糊数学】 模糊数学是研究如何描述和处理模糊性现象的一个数学分支，其基本概念是由美国数学家查德于 1965 年提出的模糊集。

集合 X 上的模糊集可由隶属函数 μ_A: $X\to[0,1]$ 来定义，$A=\{[x,\mu_A(x)];x\in X\}$。通过直积 $X\times Y$ 上的模糊集还可定义模糊关系。

在模糊集族上可定义包括通常集合运算在内的各种运算法则，从而引进相应的理论，如模糊拓扑、模糊逻辑和模糊语言等。

模糊数学针对传统数学的精确性与现实世界普通存在着的不精确性之间的矛盾提出了一种解决办法，现已被广泛应用于模式识别、多值逻辑、开关电路、人工智能、自动机、系统论、控制论、概率论、拓扑学、心理学、安全科学及社会科学等领域中。

kekaoxing shuxue

【可靠性数学】 可靠性数学是运用概率论、数理统计和运筹学的方法，对单元或系统的可靠性作定量研究的学科。它是可靠性理论的重要基础，也是安全科学中的一个重要方面。

可靠性是事物的一种内在属性，它指单元或由单元组成的系统在一定条件下和规定时间内完成其预定功能的能力。这里的单元是元件、器件、部件设备等的泛称。单元或系统的功能丧失，无论其能否修复，都称之为失效。可靠性理论即以失效现象为研究对象。在可靠性研究中涉及到多种学科的知识，是一门综合科学。可靠性数学理论的主要方法是通过建立适当的数学模型定量地研究系统的可靠性，并探讨它与系统性能、经济效益之间的关系。

可靠性数学的主要研究内容有：寿命数据统计分析、寿命分布及分布类、结构函数、网络可靠性、故障树分析、复杂系统可靠性分析，以及可靠性中的最优化等。

1. 寿命数据统计分析：寿命数据的收集和分析是可靠性定量评定的基础，主要研究分布类的确定及其参数估计，这一般要用到数理统计的有关方法。

2. 寿命分布及分布类：实际中常用的寿命分布有指数分布、韦布尔分布等。为了研究寿命分布的共同性质，引人寿命分布类概念。寿命分布类研究中的典型问题有：由属于同一分布类的单元阶组成的系统，其寿命是否属于相同的类，以及考察其可靠度界等。

3. 结构函数：反映单元的状态及由这些单元组成的系统的状态之间的关系。关联系统研究的问题是复杂系统结构函数的表达式，系统可靠度的求法及其上、下界等。

4. 网络可靠性：许多实际系统都可抽象为网络。在网络可靠度的计算中，因其结构复杂而必须寻找简化网络的方法以及有效的计算方法，并比较不同计算方法的优劣。

5. 故障树分析：简称 FTA。指用演绎法按事件发生的前后逻辑关系，找出引起系统失效或某个不希望出现的事件（称作顶端事件）发生的所有事件的可能组合，这一过程可用故障树来表示。这种方法的优点是形象直观，便于工程和管理人员使用。弱点是建立故障树颇费时间和人力，对于复杂的系统还难免会漏掉一些重要的失效原因。此外，评定复杂的故障树必须借助于计算机来进行。

6. 复杂系统的可靠性分析：讨论的问题有：已知系统的结构、单元的寿命和修复（或更换）时间分布、系统中修理工数目和修理规则等，研究系统可靠性的定量指标或者探讨如何合理确定修理工数目或修理规

则,使某个目标函数达到最优。

7. 可靠性中的最优化:包括更换策略以及备件最优化问题。

paiduilun

【排队论】 排队论是研究排队现象的统计规律性,并用以指导服务系统的最优设计和最优经营策略的一门学科,又称随机服务系统理论。由于有起伏的来客与服务时间,一个服务点上的不规则流构成运筹学的一个重要课题,损耗队论的某些现代的工作就是在运筹学这个课题下进行的,它涉及比较简单的随机过程,这些过程一般是非马尔可夫的,又可能是平稳的。

排队论的研究起源于 20 世纪初,主要先驱者是 A·K·厄尔兰,他在 1908 年开始为哥本哈根电话公司研究电话拥挤的问题。他研究了如下的一些问题:一个人工操作的电话交换机有有限多个(一个或多个)操作人员。当一个用户想要打电话时,如果所有操作人员忙于为其他用户接线的话,他就必须等待。研究用户的等待时间——例如,平均等待时间和用户不需等待马上得到服务的机会——以及考察如果改变操作人员的数目或者以任意其他方式改变条件,等待时间将会受到多大的影响。这些问题都很重要。如果有更多的操作人员或者服务速度能够加快,那么用户将因可以缩短等待而感到满意。但是,改善通话能力要花更多的维持费用,因此,必须力求一种合理的平衡。

厄尔兰解决了当时新兴的自动电话的设计问题,这是排队论的雏形。为了纪念他,他的名字被电话工程师用作一条线路的通信量强度的单位,它定义为(在某一时期内)实际上要求服务的数目除以当线路在全部时间以最大容量使用时所能满足的要求数目。

在其他方面也有类似的问题。在工厂中,机器(例如织布机)可以由一个或多个修理工人照管。如果一台机器坏掉(发生故障),则在一个修理工人能够从修理其他机器的工作中抽身出来之前,这台机器必须闲置着。在这里机器对应于用户,故障对应于要求打电话,而修理则对应于接线。在数学上类似于或相当于上述的其他忙碌场合的例子有:为等待使用机场起落跑道而绕圈飞行的飞机,排在一条公路收费站前的汽车和(也许是所有例子中最熟悉的)排在一零售商店柜台前等候服务的顾客。排队论的许多文献所使用的术语多与最后例子有关。

第二次世界大战期间及战后,排队论日臻完善,现已广泛应用于交通系统港口泊位的设计、机器维修、库存控制、安全问题和服务系统等多方面。

服务系统通常由服务机构("服务员")和服务对象("顾客")构成,服务对象到来的时刻和对他服务的时间(即占用服务系统的时间)都是随机的。

排队系统 它由 3 个组成部分:输入过程、排队规则和服务机构。

输入过程:考察顾客到达服务系统的规律,可以用一定时间内顾客到达数或前后两个顾客的相继到达时间来描述,一般分为确定型和随机型两种,如生产线上加工的零件按规定的间隔时间依次到达加工地点、班车和班机等都属确定型输入。随机型输入是指在时间 t 内顾客到达数为 $n(t)$ 服从一定的随机分布。

排队规则可分为等待制、损失制和混合制三种。当顾客到达时,若所有的服务机构都被占用,则顾客等候,为等待制。在等待制中,存在服务先后次序问题,一般为"先到先服务";在某些情况下,有些顾客有优先权;而另一些情况,用随机的方式来决定被服务的顾客,这种模式常应用于电话系统。如果顾客来到后看到服务机构没有空闲立即离去,则为损失制(这种情况还包括排了队又因等不及而离去)。有些系统留给顾客排队等待的空间有限,或者顾客在系统内的逗留时间有限,则称为混合制,混合制也像等待制那样,遵循先到先服务、优先服务和随机服务等规则。

服务机构可以是一个或多个服务台,多个服务台可以是平行排列的,也可以是串联排列的。服务时间一般也分成确定型和随机型两种。多个与单个服务台的等候过程,在数学上的处理是有差异的。

排队模型现在广泛采用肯德尔的符号表示,这是按排队系统的主要特征分类的,一般是以相继顾客到达系统的时间间隔分布、服务时间的分布和服务台的数目为分类标准,常用肯德尔记号 $X/Y/Z/$表示,X、Y 和 Z 分别填写到达间隔时间的分布、服务时间分布和并列的服务台数目。各种分布符号有:M——负指数分布,D——确定型分布,ER——R 阶埃尔朗分布,Gl——一般相互独立分布,G——一般随机分布等。至于其他一些特征,如顾客为无限源或有限源等,可在基本分类的基础上另加说明。

排队系统问题求解 研究排队系统问题的主要目的是研究其运行效率、考核服务质量,以便据此提出改进措施。通常评价排队系统优劣有六项指标:①系统负荷水平 P:衡量服务台承担服务满足需要方面能力;②系统空床概率 p_0:系统处于没有顾客状态的概率;③队长:系统中排队等待服务和正在服务的顾客总数,其平均值为 Ls;④队列长:系统中排队等待服务的顾客数,基本平均值为 Lg;⑤逗留时间:一个顾客在系统中停留时间,包括等待时间与服务时间,平均值记为 WS;⑥等待时间:顾客在系统中的排队等候时间。M/M/1 是最简单的排队系统。

排队系统的各项指标可通过一定的公式图表推算,也可选用计算机仿真来求解。

baoxian shuxue

【保险数学】 它是研究有关保险制度的数理基础的一门应用数学学科。所谓保险制度是指由多数人缴纳预先计算好的少量金钱(保险费),以便在发生偶然事故时满足经济上的需要的一种制度。受保人在经济上的需要额叫做保证金,承办这种业务的人叫做承保人。

保险数学的应用主要在两大领域:其一是计算诸如保险费和义务储备金等每个保险合同的各种价值;其二是属于保险公司业务上的,包括再保险制度、最高保险金、应急储备金和利润分析等的研究。保险数学对于安全管理也有着重要应用。

保险数学的唯一基本原则是收支等价原则,即对每一保险合同,它决定每年的保险金和储备金,使得承保人的未来保险费收入的现在价值等于未来保险金支出的现在价值。

保险数学计算的基本因素是:①事故的发生概率;②未来的期望利率(称为假定利率);③承办保险所需的经费。综合这些因素并利用收支等价原则就可以计算保险费。

义务储备金是保险数学中的一个重要概念。在保险期间,经常出现未来收入的现在价值小于未来支出的现在价值的情况。如果出现这种情形,承保人要把这个差额作为义务储备金去积累。

风险论在保险数学中占特殊的地位。风险论分为两个部分,一个称为古典风险论或个体风险论。这里把保险合同在一定期间内产生的盈亏看做随机变量,由于承保人的收益等于所有保险合同的随机变量的总和,应用概率论便可得到各种概率函数。另一个是集体风险论,它不注重对每一个别的合同进行考察,而是作为一个整体,研究承保人的收支状况随时间的变化。

(二)物　理　学

jiguang anquan

【激光安全】 激光是受激辐射过程中所产生的相干光。激光器是一种发光装置,在该系统内,处于激发态的原子因受到激发而放出在红外、可见光或紫外区的辐射。由于激光实质上是单色光波的稳定光源,即具有高相干性,其输出可调为平行光束或在一小点上聚焦,而得到极高的功率密度。

激光已应用于物理学和电光学。在生物医学领域中,激光已用于小器官的微外科手术;在外科手术方面,把激光作为光刀对动物进行研究;在工业上,激光用于钻孔、焊接、陀螺动平衡、通讯和计算机系统;在军事方面,用于瞄准、通讯和武器系统。

由于激光束的方向性很好以及具有很高的亮度,所以可引起眼和皮肤的损伤。波长在可见光或近红外光光谱内的激光,很容易透过眼血管的中层,并通过晶状体的聚焦在视网膜上产生高密度的光能,经色素上皮吸收并转变为热能而引起视网膜的烧伤。激光辐射,极易被机体的体表组织吸收,可引起角膜损伤并留下疤痕和导致视力丧失;高能量水平的激光束能引起皮肤烧伤,也可能造成细胞壁破裂和动物的内部器官损伤;使用激光装置还可出现另外一些危害,例如,高压设备引起的触电伤亡;与低温流体接触;玻璃元件爆炸;应用激光时会引起大气有毒沾染物的吸入等。

为了预防激光对人体造成的伤害,最根本的就是防止人体受到激光直射或反射光束的意外照射。当激光应用于医学、工业或研究领域时,应建立包括区域控制和个人控制的安全规程。

wuli baozha

【物理爆炸】 广义地讲,爆炸现象是一种极为快速的物理或化学的能量释放过程,在此过程中系统的内在势能转变为机械功,加以光、热、高能粒子辐射等。爆炸做功的主要原因在于系统原有的高压气体或瞬间形成的高温、高压气体或蒸汽的骤然膨胀。

物理爆炸是一种纯物理过程,只发生物态变化,不发生化学反应。蒸汽锅炉或高压气瓶的爆炸属于此类。这是由于过热水转变为过热蒸汽造成高压冲破容器阻力引起的,或是由于充气压力过高超过气瓶强度发生破裂而引起的。由于地壳弹性压缩能而引起的地壳运动也是一种强烈的物理爆炸现象。强火花放电或高压电流通过细金属丝所引起的爆炸现象,也是一种物理爆炸现象。物体的高速碰击、水的大量骤然汽化等所引起的爆炸都属于物理爆炸现象。

huaxue baozha

【化学爆炸】 即物质发生高速放热化学反应,产生大量气体,并急剧膨胀做功而形成的爆炸现象。任何可燃的粉尘、蒸气或气体,与空气或其他助燃物混合时,在适当的条件下点火都会爆炸。具有爆炸能力的可燃物质有:

1. 细粉碎的固体可燃物,包括粉尘或粉末状态的某些金属;
2. 可燃液体的蒸气;
3. 可燃气体。

此类爆炸的三个先决条件:

1. 易燃的物质;
2. 空气或任何其他助燃物;
3. 着火源或温度超过着火温度。

通常,化学反应发生爆炸的产物是气体或气体和

固体混合物。例如,乙炔爆炸仅产生气态的产物,而"黑火药"爆炸则产生固态和气态混合物。

对于大多数可燃的液体、气体和粉尘,它们在空气或氧气中有一个蒸汽、气体或粉尘的最小浓度,低于这个浓度虽与着火源接触也不能发生火焰的蔓延。在空气中蒸汽、气体或粉尘也有一个最大比例,超过这个比例火焰也不能发生蔓延。蒸汽、气体或粉尘与空气混合物的这些极限,被称为爆炸物可燃的下限和上限,如果在两极限范围内点燃则恰好使火焰蔓延。在蒸汽和气体的情况下,这些极限通常是以空气中的蒸汽或气体体积百分数表示。在粉尘的情况下,该极限通常是以一定的空气体积中粉尘的质量表示。

chongjibo
【冲击波】 爆炸物爆炸时,无论介质是空气还是岩石,都将有空气冲击波从爆炸中心传播出来。爆炸物若是在空气中爆炸,具有高温、高压的爆炸产物就直接作用在气体介质上;爆炸物若是在岩石中爆炸,这种高温、高压气体的爆炸产物就在岩石破裂的瞬间冲入大气,强烈地压缩邻近的空气,使其压力、密度、温度突然升高,形成空气冲击波。这种冲击波在空气中传播时,将会形成似双层球形的两个区域,外层为压缩区,内层为稀疏区。压缩区内因空气受到压缩,其压力大大超过正常大气压力,故称为超压。稀疏区内由于跟随在冲击波后面的爆炸产物的脉动,其压力低于正常大气压,即出现负压。由于空气受到压缩而向外流动,这种向外流动的空气所产生的冲击波压力,称为动压。由于冲击波具有较高的压力和较大的流速,故不但可以引起爆破点附近一定范围内建筑物的破坏,而且还会造成人畜的伤亡。

baohong
【爆轰】 爆炸物在受到强烈冲击等条件下,于瞬间发生高速化学反应,形成高压、高温爆炸产物的现象称爆轰。通常以爆轰波,即伴有高速化学反应的强冲击波的形式在爆炸物内部逐层自持传播。爆轰能使周围介质受到强烈冲击和压缩,从而对其造成破坏。爆轰过程是爆轰沿爆炸物一层一层地进行传播的过程,每种爆炸物在一定条件(如一定的装药密度和直径等)下,都有其特定传播的爆轰波速度。

爆炸物的爆轰现象是一种复杂的化学物理现象。为了认识爆轰现象的本质,理解爆轰过程的稳定性,探求影响爆轰过程的因素,解决炸药爆轰波参数的理论计算和实验测定等,人们已进行了大量的实验研究和理论的探索工作,已建立起了完整的爆轰流体力学理论。

实验是研究爆轰过程的重要手段,是对炸药中爆轰波传播速度进行实验测定。

baohongbo
【爆轰波】 从本质上讲,爆轰波就是沿爆炸物传播的一种强冲击波。与一般的冲击波的主要不同点在于:在其传播过后,爆炸物因受到冲击波的强烈冲击作用而立即发生高速化学反应,形成高温、高压的爆轰产物并释放出大量的化学反应热能。所释放出来的这些能量又供给爆轰波对下层爆炸物进行冲击压缩。因此,爆轰波就能够不衰减地稳定传播下去。可见,爆轰波乃是后面带有一个高速化学反应区的强冲击波。高速化学反应区的末端平面处是化学反应基本完成后所形成的爆轰产物。前沿的冲击波波阵面与紧跟其后的高速化学反应区构成了整个爆轰波的波阵面,它将未爆轰的原始爆炸物与爆轰终了产物隔开。在爆轰过程中,前沿冲击波面与后面的化学反应区是以相同的速度沿爆炸物传播的,该速度称为爆轰波的传播速度。对于一定装药密度的炸药,其爆速是一个特定值,例如密度为1.59 g/cm^3 的 TNT,其爆速为6 900 m/s左右。

lianshi fanying
【链式反应】 物质的燃烧经历以下的过程:可燃物质或助燃物质先吸取能量而离解成为游离基,再与其他分子相互作用形成一系列连锁反应,并将燃烧热释放出来。按照链式反应理论认为,燃烧不是两个气态分子之间直接起作用,而是它们的分裂物—游离基这种中间产物进行的连锁反应。

zhendong yu bo
【振动与波】 振动是物体在一定位置附近所做的往复周期性运动。振动的类型很多,按振动产生的原因划分,可分为自由振动、受迫振动与自激振动;按振动位移特性划分,可分为纵向振动、横向振动与扭转振动;按振动的规律划分,可分为简谐振动、非简谐振动与随机振动;按振动系统的自由度数划分,可分为单自由度系统的振动、两自由度系统的振动、多自由度系统的振动与弹性体的振动。

波动现象实质上是传播介质质点所产生的一系列振动过程的表现,而且波动的产生基本上也源于物体的振动。在介质中,局部的扰动会由近及远地传播至介质的其他部位,从而使其他部位的状态参量也发生变化。介质中这种扰动传播的过程称为波动。扰动和介质是形成波的充分必要条件。波动过程中被传播的只是扰动的状态,而不是振动的质点。

zuni zhendong
【阻尼振动】 振动系统由于受到阻力作用,使振动能量逐渐减小,因而其振幅也随时间减小。能量因阻尼而损失的方式通常有两种:一种是由于介质对振动物体的摩擦阻力使振动系统的能量逐渐转变为热运动的能量,这叫摩擦阻尼;另一种是由于振动物体引起邻近质点的振动,使系统的能量逐渐向四周辐射,转变为波动的能量,这叫辐射阻尼。

阻尼振动的振幅，随着时间的增加而减小，因此阻尼振动也叫减幅振动。阻尼越小，振幅减弱越慢，每个周期内损失的能量也越少，周期也接近无阻尼自由振动的周期，运动接近于简谐振动；阻尼越大，振幅的减少越快，周期比无阻尼时长得多；阻尼过大，甚至在未到达平衡位置以前，能量就消耗完毕，振动物体通过非周期运动的方式回到平衡位置。阻尼振动系统可分为过阻尼、临界阻尼和阻尼振荡三种运动情况。过阻尼是阻尼很大，系统不发生振荡而按指数衰减趋于平衡位置；阻尼振荡是振幅按指数衰减的一种振荡，其阻尼较小；临界阻尼其阻尼的大小是上述两种阻尼的分界线，即系统最快衰减趋于平衡的一种情况。在实际工作中，可以根据不同的要求，用不同的方法来控制阻尼的大小，例如在灵敏电流计等精密仪表中，为使人们能较快地进行读数测量，常使电流计的偏转系统处在临界阻尼状态下工作。

wuli huaxue

【物理化学】 物理化学也称为理论化学，是化学的重要分支之一。它研究化学反应以及伴随化学反应所发生的物理现象。

化学现象与物理现象具有密切的联系。这种联系一方面表现为几乎所有化学反应在进行的同时有物理现象相伴发生；另一方面许多物理条件的变化会对化学反应产生质和量的影响。例如，许多化学反应进行时伴随着温度和体积的变化，化学电源中的化学反应伴随着放电现象，有的化学反应还会发光等。

物理化学的理论基础是热力学、统计力学和量子力学，这些都是物理学的分支，从而决定了物理化学的研究方法可分为热力学方法、统计力学方法和量子力学方法。

物理化学的实验方法主要是物理方法，通过测量化学反应过程中某些物理量（温度、体积、电导率、热量等）的变化来研究化学反应的规律。

reli xue

【热力学】 它是研究宏观热物理性质的学科。它研究物质热运动的规律及热运动对物质性质的影响。其方法是：通过分析在相互作用的物质组成的系统中所发生的能量转换的状况和数量关系，来研究这种系统的性质。它研究系统的宏观性质而不考虑系统微观结构所涉及的细节。它是以通过实验建立起来的热力学定律为基础的一门学科。热力学定律有四个，第零定律：各自与第三个系统处于热平衡的两个系统彼此热平衡，它说明制造温度计的可能性；第一定律：外界对系统所做的功及传递给系统的热量等于系统内能的增加，即能量守恒原理；第二定律：热量不能自发地从低温流向高温，它说明热量传递的不可逆性；第三定律：不可能使一个物体冷却到绝对零度，也称为绝对零度不可到达原理。

chuanrexue

【传热学】 传热学是一门研究热量传递规律的学科。热力学第二定律指出：只要有温度差存在，热量总是自发地从高温物体向低温物体传递。由于温度差普遍存在于自然界中，所以热量传递是一种很普遍的自然现象。

热量传递有三种基本方式：导热、对流和辐射。在这三种基本方式中，热量传递的物理本质是不同的。导热是指直接接触的物体各部分间热量传递现象，一般发生在固体中，在流体中也能发生，但一般较弱，常予以忽略；对流是指流体内部各部分发生相对位移而引起的热量转移现象，只发生在流体内部；而由物体表面直接向外界发射可见和不可见射线，在空间传递能量的现象称为热辐射，它在传递能量时，不需要相互接触，所以是一种非接触传递能量的方式，即使空间是空气高度稀薄的真空，热辐射也照常能进行。

热量传递往往不是以导热、对流及辐射这三个基本方式的任一单独形式出现，而是以这三种基本方式的复杂组合出现。但不论其组合方式如何，温度差的存在是产生传热过程的先决条件。传热学的理论和计算可用于热工计算、制冷技术、气体液化以及冶金、航天技术等方面。

fushi

【腐蚀】 物质表面因发生化学或电化学反应而引起的破坏叫做腐蚀，如铁的生锈是金属腐蚀的最普遍形式。

根据腐蚀的特点，可以分为化学腐蚀和电化学腐蚀。单纯由化学作用而引起的腐蚀称化学腐蚀，如金属和干燥气体接触时，在金属表面上生成相应的化合物。而湿度对化学腐蚀的影响很大。当金属和电解质溶液接触时，由电化学作用而引起的腐蚀称为电化学腐蚀，是由于形成了原电池而引起的。

金属材料遭到腐蚀后，在外形、色泽以及力学性能方面都将发生变化，以致机器设备、仪器仪表的精密度和灵敏度大大降低，甚至不能使用并有可能导致事故的发生。

防止腐蚀的主要方法有：①涂装各种保护层（如涂油、涂漆、涂瓷釉、涂防锈漆或涂沥青等，覆镀它种金属层如锌、铬、金等）；②制成特种钢或其他耐腐蚀的合金；③阴极保护法；④用无机或有机缓蚀剂等。

fangzhen jishu

【仿真技术】 系统仿真就是建立系统模型，并在模型上进行实验。它是在已经建立的系统模型雏形的基础上，对系统模型进行测试和计算，并根据测试和计算结果，反过来对系统模型进行研讨、改进。如此反复进行，直至得到满意的模型为止。按照模型不同，仿

真可以分为物理仿真和数学仿真。在系统工程学中，一般都采用数学仿真，其中又以数学模型仿真为主。

仿真的目的是：在系统研制之前，用于规划、评价和研究；在系统研制过程中，用于设计和精密分析；在系统研制成功之后，用于考核设计和训练操作人员。

仿真的顺序是：明确以什么样的精度仿真，仿真的对象和仿真什么样的行动，搜集和整理应探讨问题的有关数据，以备构建模型；利用仿真器实验；实验结果的评价和分析。

liuti lixue
【流体力学】 流体力学是应用力学的一个分支，是一门技术学科。工程流体力学是以理论分析和实验研究相结合的方法，来研究流体处于平衡、运动和流体与固体相互作用的力学规律，以及这些规律在实际工程中的应用。

流体包括液体和气体两部分，因而流体力学就包括液体力学及气体力学两部分。液体力学中通常以水作为液体的代表，故称为水力学。

水力学在研究液体运动过程中，认为流场上各点的密度不变，这种等密度流体就是水力学的特点。因此，水力学是在等密度流动前提下，来研究液体或低速气流的运动规律，以及确定表征运动状态参数值。

气体力学在研究气体运动过程中，密度在流场上各点为变数，并且气体在改变密度的同时，还伴随有扰动波的形成，这两个特征就是气体力学的特点。变密度流动与等密度流动规律，是有原则性区别的，其实质就在于气体的可压缩性与液体的不可压缩性。

guang wuran
【光污染】 光污染是过量的光辐射对人类生活和生产环境造成的不良影响。可见光、电焊强光、激光、红外线和紫外线等均可造成光污染。例如现在城市建筑物中，广泛使用玻璃幕墙，这些大型建筑物大多处于交通干道的两旁。由于设计上的不甚合理，玻璃幕墙反射的太阳光会照射在道路行车司机的眼部，这种炫光会令他们瞬间失明，从而造成交通事故。另外，反射光也会对周围的居住户造成影响，使室内的温度升高，给居民的生活造成干扰。这种玻璃幕墙的炫光是城市中典型的严重光污染之一。

wenshi xiaoying
【温室效应】 大气对太阳辐射具有很强的透射性，而对地面射出的长波红外辐射，则因水汽、二氧化碳及臭氧的存在，不易透射，终使大气层产生增温效应。这正如玻璃花房所起的作用一样，故称温室效应。类同于地球，金星因存在浓密的大气层，故其温室效应使温度升到450 ℃以上。反之，月球因无空气存在，故无温室效应产生，白天可使温度升至125 ℃以上，夜间则降至 -125 ℃以下。

目前，由于工业生产规模的扩大以及机动车数量的增多，每年向大气中排人大量的二氧化碳，从而使大气层中二氧化碳的浓度升高，对地球的生存环境造成危害。有研究表明，日益增强的温室效应，会促使地球南北两极冰雪覆盖层融化，引起海平面升高，从而威胁或淹没许多沿海重镇。另外，温室效应会造成气候异常，影响人类的生存和正常的生态环境。

weibo
【微波】 微波是介于无线电波与红外线之间的高频电磁辐射，频率为 $3\times10^{8}\sim3\times10^{11}$ Hz，波长范围为1～1 000 mm。按其波长可将微波分为三种波段：1～10 mm者为毫米波；1～10 cm为厘米波；10～100 cm为分米波。微波具有类似光波的特性：有方向性，直线传播，在不同介质内可以产生绕射、反射、散射，以及吸收现象。微波的频带较宽，信息容量大，并有一定的透射能力。

微波达到一定强度并长期作用又不加防护可损害人体健康，已被列为物理性公害之一。研究表明，一定强度的微波辐射可引起动物心血管系统、内分泌系统、免疫系统和生殖系统等功能的损害。

对微波的防护世界各国主要采取的原则是：制定微波暴露容许标准；对环境微波辐射定期测量分析，安装微波指示器和警报器；避开和减少微波辐射的作用，如微波设备的波导口，尤其是雷达的抛物面天线应避免直接射向工作人员；穿戴微波防护服装；对微波工作人员每年进行健康检查，包括血象、眼科、心血管系统和脑电图；服用防治微波辐射的药物等。

moushi shibie
【模式识别】 这是指将数据划分成预定类别的过程。这里所指的数据即为模式，一般是各种形式的图像以及各种声音（或语言）。而划分过程是指识别，一般包括对模式抽取特征和根据特征进行分类两个阶段。模式识别常分为统计和结构两种方法。前者等于模式的统计特性；后者则依赖于模式的结构关系。

模式识别还是人类赖以生存的本能。人们通过视觉信息识别文字、图片和周围环境。通过听觉信息识别与理解语言，比如图像识别、文字识别、声音识别、语言识别和翻译等都属于模式识别的范畴，是人工智能研究领域的基础和关键。用计算机实现模式的自动识别，是开发智能机器的关键，也为人类认识自身提供了线索。

近年来，仿生系统也被列为模式识别的研究范畴。识别动物神经系统的工作原理，尤其认识人类大脑的思维活动原理和具体结构功能，研究大脑对输人信息的接收、贮存、传递和处理的原理，即人工神经网络，也是模式识别和人工智能研究领域中的一个重要内容。

gaoya wulixue
【高压物理学】 高压物理学是研究高压下物

质的行为和性质的变化。由于技术进步，高压条件已经比较容易实现，近年来高压态的研究也就比较多起来。现在研究的问题有：①高压物质相变、结构及性质的实验与理论探讨；②高压下固体的状态方程探讨；③高压下新材料的合成，如人造金刚石和立方氮化硼等超硬材料及金属氢等；④高压地学，地球内部处于兆巴（1 巴 $=10^5$ 帕）级超高压状态，物质第五态——超高密度等离子体就在地球中。

yingli
【应力】 物体由于外因（受力、湿度变化等）而变形时，在物体内各部分之间产生相互作用的内力，以抵抗这种外因的作用，并力图使物体从变形后的位置恢复到变形前的位置。在所考察的截面某一点单位面积上的内力称为应力。同截面垂直的称为正应力或法向应力，同截面相切的称为剪应力或切应力。应力会随着外力的增加而增长，对于某一种材料，应力的增长是有限度的，超过这一限度，材料就要破坏。对某种材料来说，应力可能达到的这个限度称为该种材料的极限应力。极限应力值要通过材料的力学试验来测定。将测定的极限应力适当降低，规定出材料能安全工作的应力最大值，这就是许用应力。材料要想安全使用，在使用时其内的应力应低于它的极限应力，否则材料就会在使用时发生破坏。

有些材料在工作时，其所受的外力不随时间而变化，这时其内部的应力大小不变，称为静应力；还有一些材料，其所受的外力随时间呈周期性变化，这时内部的应力也随时间呈周期性变化，称为交变应力。材料在交变应力作用下发生的破坏称为疲劳破坏。通常材料承受的交变应力远小于其静载荷下的强度极限时，破坏就可能发生。另外，材料会由于截面尺寸改变而引起应力的局部增大，这种现象称为应力集中。对于组织均匀的脆性材料，应力集中将大大降低构件的强度，这在构件的设计时应特别注意。

qiangdu
【强度】 指材料或构件受力时抵抗破坏的能力。材料的强度可用它的极限应力值（如屈服点、强度极限和持久极限等）来表示。构件的强度决定于它的形状、尺寸、所选用的材料及加工处理方法等，它有时也包括刚度和稳定性等。

由于材料存在着两类破坏形式——流动和断裂，所以强度理论也分为两大类。比较常用的强度理论有如下几种：①最大拉应力理论，可用于承受拉应力的某些脆性金属；②最大剪应力理论，这一理论可用来建立塑性材料的强度条件；③歪形能理论，可用于塑性材料的强度条件；④莫尔强度理论。

在进行强度计算时会遇到下面三类问题：

1. 强度校核。已知构件横截面积、材料许用应力以及所受载荷，校核是否满足强度条件式，从而检验构件是否安全。

2. 设计截面。已知载荷及许用应力，根据强度条件设计截面尺寸。

3. 确定许可载荷。已知截面面积和许用应力来确定许可载荷。

在工程设计上，要保证各个构件有足够的强度，即足够高的安全系数，以保证安全。

zaihe
【载荷】 一般指作用在物体上的外加力。可分为：①大小、位置和方向不变的静载荷，如建筑物自重；②大小、位置和方向随时间变化的动载荷。动载荷又可分为：以较高速度同物体相接触的冲击载荷（如用锤打桩时桩所承受的载荷）和随时间作周期性改变的高变载荷等。在土木建筑方面移动的载荷也称为“活载荷”，如桥梁所承受的车辆重量等。其他如物体由于外部或各部分间的相互约束，在温度变化时不能自由胀缩，所引起的约束力，称为“温度载荷”。某些载荷的具体数值如风力等，通常需由实测或估计确定。

tanxing
【弹性】 弹性是材料或物体在外力作用下产生变形，若除去外力后变形随即消失的性质。这种可恢复的变形称为“弹性变形”。

研究物体在受力状态下既有运动又有形变的力学称为变形体力学。所受载荷不大，释去载荷后，即恢复原状的变形体，称为弹性体，研究弹性体的受力状态和弹性变形的力学称为弹性力学。当变形体载荷超过某一极限时，产生永久变形，释去载荷后并不能恢复原状，这一极限称为屈服极限，这种永久变形称为塑性变形，研究变形体的塑性变形的力学称为塑性力学。这一类力学在研究高温金属制品和玻璃制品的变形中很重要。

jinshu wulixue
【金属物理学】 它是固态物理学的一个分支。固态物理学是讨论原子、分子等在晶体内的结合和周期性排列所呈现的显著性质。这些性质可由固体的简单模型加以解释。金属物理学是应用物理学的理论（如能带理论、铁磁理论、晶体缺陷等）和方法，研究金属及合金的物理性能、机械性能、扩散、相变等，并为适应工业和近代新技术的需要，寻求具有特殊性能的新型合金。近年来研究新动向有：①研究固体中的集体运动；②重视非晶态特别是半导体的非晶态的研究；③注意表面以及固-气和固-液界面性质的研究。

jiegou lixue
【结构力学】 它是研究各种结构物在荷载和温度等作用下的内力、变形以及稳定计算的学科。主要对象为梁、拱、桁架、框架、悬索结构、平板和壳体结

构等。它是建立在工程实践、理论力学和材料力学基础上的工程力学，运用理论计算与模型或实物的试验，为设计出能满足适用、安全、经济要求的结构物提供依据、验证和指导。

duanlie lixue
【断裂力学】 它是研究具有初始缺陷、裂纹等的材料或构件工作状况的一门学科。特别是研究材料或构件内裂纹发生、发展至断裂的规律性，以保证其安全使用或延长其使用寿命。从微观上对材料断裂机理的研究，有助于提高材料的抗断裂能力及探索与制造新材料。

moca mosun
【摩擦磨损】 它是相互接触的两物体在接触面上发生阻碍相对运动的现象。按照不同的相对运动状况，可分为静摩擦和动摩擦(包括滑动摩擦和滚动摩擦)两种。两固态物体之间的摩擦称外摩擦，液态和气态物质内部各部分之间的摩擦，则称内摩擦，即黏滞性；互相接触的两物体做来回相对运动的动作，也称为摩擦。两物体间摩擦的结果会造成材料或构件的损坏或失效，会引起机械发热，使机器精度降低，缩短使用寿命，同时还会阻碍机械运动，消耗能量，使机械效率降低。

dianci fushe weihai
【电磁辐射危害】 电磁辐射能造成对人体的伤害，还能造成高频感应放电和电磁干扰。

电磁波对人体的伤害包含致热因素和非致热因素。极性分子和离子振动以及由于涡流都会在人体内产生热量，破坏热平衡导致伤害。高频辐射还能破坏脑细胞的正常工作，使条件反射受到抑制，导致神经系统的紊乱。其表现有神经衰弱症候群，如头晕、记忆力减退、睡眠不好、乏力、头痛等症状；还表现为植物神经功能失调，如多汗、食欲不振、心悸等症状；还发现部分受高频照射的人有脱发、伸直手臂时手指轻微颤抖、皮肤划痕异常、视力减退、男性性功能减退、女性月经失调等症状，以及心血管系统有某些异常的情况。

对人体伤害的主要影响因素有：电磁场强度越高，伤害越严重；电磁波频率越高，伤害越严重；脉冲波比连续波伤害严重；连续照射时间越长、累计照射时间越长，伤害越严重；环境温度越高或散热条件越差，伤害越严重；电磁辐射对女性和儿童的伤害较严重；人体被照射面积越大，伤害越严重；人体血管较少的部位传热能力较差，较容易受到伤害。

国内有关电磁辐射方面的标准规定：一级区域内，单位面积上通过的微波功率密度不得超过10 $\mu W/cm^2$；过渡区域，不得超过 40 $\mu W/cm^2$。

yingyong shenxue
【应用声学】 声学是研究各种声源的振动方式和规律，控制与接收声波的原理与器件以及声波在气体、液体和固体中的传播与相互作用规律的一门学科。应用声学是研究声学在各有关实际领域中的具体应用，包括许多分支，如电声学、建筑声学、音乐声学、生理声学、心理声学、超声学、水声学、地声学、生物声学、分子声学、量子声学、非线性声学、噪声学、次声学、特超声学及声光学等。

sunshang lixue
【损伤力学】 损伤力学就是研究在各种加载和环境条件下，物体中损伤随着变形或时间而发展并导致破坏的规律的学科。它是连续介质力学的一个分支。

损伤是材料结构组织在外界因素作用下发生的力学性能劣化并导致体积单元破坏的现象。结构材料中的损伤，有的是在制造或加工过程中引起的，称为初始损伤，如金属材料在冷热加工时产生的夹杂、偏析等；有的是在外力作用或环境因素影响下发生和演变，如塑性、界面脱层、裂纹等。这些以孔洞或微裂形式表现的材料损伤，将在载荷、温度或环境效应等因素持续作用下进一步增长、扩展，逐渐并集、聚合，形成一定尺度宏观裂纹，导致结构的强度、刚度下降，以致破坏。它决定着结构的使用寿命和安全可靠性，从而成为材料科学、力学和工程技术界所共同关心的课题。

损伤力学在目前正处于发展阶段，尚未形成严谨的理论体系。它的研究方法有两大类：①宏观方法——连续损伤力学。这种方法首先要对材料变形过程进行宏观和微观的实验观察，根据材料损伤演变的微观现象及其宏观表现，采用唯象法，选择适当的、可用力学方法所确定的参数，作为本构关系中的内变量建立方程。对不同的研究对象，可根据实际情况采用不同形式的损伤参数。②微观方法——微观损伤力学。它根据材料微观成分单独的力学行为，采用带损伤的规划单元模型，通过自洽法，把非均质的微观组织性能转化为宏观材料性能，建立计算分析理论。

baozha lixue
【爆炸力学】 爆炸力学主要研究爆炸现象发生和发展的规律，爆炸的各种效应以及力学效应的利用、控制和防护等。又因爆轰波和冲击波的理论属于力学的又一分支，叫做物理力学。至于强冲击波在固体介质中的传播则又是一门新学科。它要考虑多种颗粒的小晶体在强冲击波作用下的行为，即研究大约1×10^{-3}cm或1×10^{5} Å($1Å=10^{-10}$m)范围的动力学。这是涉及到上百万原子集体的运动，在国外叫“亚微观”或“准微观”的学科，用物理上的术语来说，叫做“精细力学”。

爆炸力学是一门新兴的交叉学科，它包括流体力学、气体动力学、固体力学、物理力学和化学反应动力

学等学科，它是这些学科之间的边缘学科。此外，还涉及到电磁学、电工学、电子学、电子计算机和控制论等。

由于爆炸现象具有高温、高压和瞬时作用的特点，虽然爆炸力学的研究方法也是实验和数学分析相结合的方法，但它和一般的连续介质力学有着明显的区别：其一是在爆炸力学中，载荷和介质是耦合在一起且相互作用的，只有在爆炸力学问题最后解决时才能知道载荷的大小；其二是介质的物理数学模式的选取也要由载荷的强度来决定，例如固体在低强度载荷作用下可以看作是弹性体，在中等强度时取流体弹塑性模式，在高强度时则可看做流体。反之，像水这样明显的流体，在低强度爆炸压力的作用下，又可看做是刚体。

爆炸力学在国民经济中，特别是在国防建设中有着重要作用。显而易见，常规武器和核武器的研制，各种防护工程、抗爆结构的研究，工程爆破、爆炸加工及焊接等方面都要用到爆炸力学的理论。

(三)化　　学

weixian guti feiwu

【危险固体废物】 它简称危险废物，旧称有害废物。它是指由于其量、浓度、物理或化学性质、易传播性，可能引起或助长死亡率增高；或使严重疾病的发病率增高；或在管理不当时会给人类健康或环境造成重大急性(即时)或潜在危害的固体废物。

通常用于识别和鉴别是否属于危险废物的典型判据是：①易燃性；②腐蚀性；③反应性；④传染性；⑤毒性；⑥放射性等。其中毒性判据包括急性毒性、浸出毒性、遗传变异性、生物蓄积毒性、水生生物毒性、口服毒性、吸入毒性、刺激性、皮肤吸收毒性、植物毒性等。习惯上将带放射性和带有传染性的废物不列入危险废物进行管理。

污染及危害 有害废物对环境的污染是多方面的：

1. 对水体的污染：工业排放废物成为水体污染物的主要来源之一。这些有害物质进入河流、湖泊、海洋或地下水等水体，使水和水体的物理、化学性质或生物群落组成发生变化，这样不仅降低了水体的使用价值，而且被污染的水体对人类具有潜在的危险性。水资源会因此更加短缺。有害废物对人体的污染主要有：有氧物质污染、植物营养物质污染、石油污染、热污染。

2. 对大气的污染：主要来源于矿物燃料的燃烧和工业生产。前者产生二氧化硫、氮氧化物、硫化物、硫氢化物和烟尘等；后者因所用原料和工艺不同而排放出不同的有害气体和固体物质(粉尘)，常见的有氟化物和各种金属及其化合物。

3. 对土壤的污染：有害固体废物进入土壤会改变土质结构和土壤结构，影响土壤中微生物的活动，有碍植物根系生长，或在植物机体内积累。

有害废物的危害是多方面的，除通过生物传播外，还以水、气为媒体进行传播和扩散，危害人体健康，造成生态环境的恶化。例如，美国得克萨斯州一个废物公司的沙坑由于废酸和含油废物的污染，周围26口水井的水质变坏，发出恶臭，饮用后引起恶心、喉痛和头痛等症状。中国某铁合金厂的铬渣露天堆积，经雨水浸淋的溶液渗入地下水，致使厂区下游十多平方公里范围内的地下水遭到污染，污染中心区水每升含六价铬高达55 mg，超过饮用水容许含量达1 000多倍。

有害废物的消极排弃不仅是一种资源浪费，而且要支付大笔的处理费用。美国1977年有害废物的处理费用为1.55亿美元。中国近年高炉渣、铜渣、粉尘灰的排废费为2亿多元。因此，随着生产力的发展，自然资源逐渐短缺，迫使人们努力设法减少有害废物并对其加以利用。主要利用途径有：①利用矿物废料作建筑材料、道路工程材料、填垫材料及冶金、化工和轻工原料；②利用含碳、油或其他有机物的废物，从中回收能源；③利用含有土壤、植物所需的元素或化合物的废物作土壤改良剂的肥料。

youji wuranwu

【有机污染物】 一般指由于人为或人工制造的有机物质(化学品)进入环境后，通过它的本身及其化学组成对环境造成污染的有机化合物。其中目前常见的、危害较大的几种典型的有机污染物有：酚类、多氯联苯类、苯并[a]芘类及农药等。

来源 环境中的有机污染物主要来自工业、农业、矿山等人为活动和生产活动，也有部分来源于自然环境。天然有机污染物主要是由生物体的代谢活动及其他生物化学过程产生的，如萜类、黄曲霉素、氨基甲酸乙酯、麦角、细辛脑、黄樟素等。近年来，发现许多种天然有机污染物能使动物发生肿瘤，还发现羊齿植物中有一些未知的物质对动物有致癌性。有些天然有机污染物可以与其他污染物反应生成二次污染物，如黄樟素和黄曲霉素 B_1 能与氧化剂反应生成具有更强致癌活性的环氧黄樟素和2,3－环氧黄曲霉素 B_1。

在人为活动中，首先是工业活动产生的有机污染物占多数，其次是沉积物中有毒有机物的释放及农业操作中有毒有机物的流失等。如地表水体中的有机污染物，除来自工业废水、废渣的污染源和施用的农田排水外，城市污水处理厂的出水及污泥、大气降水、垃圾场也是普遍而重要的来源。城市污水处理出水中携带

的有机污染物品种多,相对量大。有人对美国74个城市污泥样品的检测发现,有机氯化合物普遍存在,浓度也较高。垃圾场沥滤水是地表水有机污染物的主要来源,它主要来自植物分解,如脂肪酸、芳香酸、苯酚等。再次来源于工业和商业废物,如氯化或非氯化的碳水化合物、含氮化合物、聚乙基烷基苯酚及烷基磷酸盐。在一些堆放时间较长的垃圾场,场地下的土壤对大部分污染物的吸附往往达到饱和,但污染物还会沿着地下水流向扇形扩散。大气降水也是地表水体有机污染物的另一来源,大气降水既洗涤了空气中的有机化学微粒,又冲刷了地面的污染物,最终以径流形式排入水体。如美国对19个有代表性的城市径流水的优先污染物进行了监测,检出了57种,其中六六六的检出率达20%,平均浓度为0.093~0.420 mg/L,检出率>10%的还有另外10种有机污染物。

大气中的有机污染物,有的是以气态存在,有的形成气溶胶或吸附在颗粒物上。有些有机物在日照下能与大气中存在的物质如氧化剂和自由基等发生光化学反应。例如洛杉矶光化学烟雾事件,就是由于大气中有一定数量的烃类、二氧化氮等经阳光照射产生一系列光化学反应而造成的。大气中的有机物也有可以由光化学反应而降解或氧化。

有机污染物的毒性 有机污染物很容易在生物体中积累起来,并经过各种途径危及人类。有机物进入生物机体后,其毒性作用机理大致可分为两种:①毒性来自有机化合物本身的化学结构,如:烷基和有机磷酸盐、氯丹、安德萘、对硫磷等,其毒性作用相当于物质所具有的生理作用。物质的生理作用浓度与该物质进入机体的量成正比。当浓度特别低时,不显示出任何作用,这种量称为无作用量。但当有机化合物进入人体内的浓度超过阈值时,即开始出现它的固有生理作用。如果有机物的进入量进一步增加而到达致死量时,生物体就无法维持正常的代谢功能,就会威胁生命最终导致死亡。②有机污染物进入生物机体后,在生物代谢酶与极化过程中,产生具有较强反应能力的不稳定中间体的代谢产物,其中一部分与蛋白质、核酸等细胞高分子成分发生共价结合,产生不可逆的化学改性。因此,即使生物体将有机物的高分子完全排泄到体外,其与高分子结合所产生的中毒作用,也会以后遗症的形式出现。蛋白质成分的化学致性,可导致组织发生坏死和变态效应等。而核酸的化学致性,则可破坏细胞正常的信息传递,引起细胞死亡或突变,导致组织出现肿瘤。这就是所谓的“三致效应”。

另外,还有一部分有机污染物在生物体内能转变成另一种比原先物质毒性更大的物质,从而对生物机体产生毒害作用,如氯丹的成分之一——七氯,在土壤中及植物、动物的组织内能将其转变成一种化学性质不同的物质——环氧七氯,它比原来的化合物的毒性强4倍。

有机污染物的控制 有机污染物的防治和控制是当今环保工作的一大热点。早在1972年,美国就颁布了清洁水法,在1977年修正案中明确规定了65类129种优先控制的有毒污染物,其中114种为有毒有机化合物,占总数的88.4%,包括21种杀虫剂,8种多氯联苯及有关化合物,26种卤代脂肪烃,7种卤代醚,12种单环芳烃,11种苯酚类,6种邻苯二甲酸酯,16种多环芳烃,7种亚硝胺及其他化合物。20世纪70年代至今,美国环境保护局(EPA)还相继提出了另外几个防治有毒化学污染物的控制名单。1984年,美国EPA已把“有毒化学物的污染与公众健康”列在美国几大环境之首。

1974年,根据“化学品审查与制定法规的要求”,日本环境厅组织了全国规模的化学品环境安全性综合调查,于1986年底公布了600种优先有毒化学品,同年,还公布了55种有毒污染物的重点调查结果,有机污染物的研究在日本受到极大重视,在日本环境法白皮书中,有毒化学品污染及其防治对策已列为专门一章。

前联邦德国在1980年公布了120种水中有毒污染物的名单,并按毒性分为3、2、1、0四个级别,3类物质毒性最强,2类次之,0类化学毒性最小。

欧洲经济共同体在1975年提出的“关于水质目标排放标准”,列出了所谓的黑名单和灰名单,各成员国可根据报告要求,结合本国国情规定本国优先污染物,如荷兰规定了43种优先污染物。除了上述几个国家之外,一些国际组织对有机污染物的研究也给予了特别的重视,他们通过国际合作来解决有毒污染物所造成的环境问题,如1976年,联合国环境计划署(VNEP)正式成立了“潜在有毒化学品国际登记处”简称IR-PTC,以及其他相应机构,总部设在日内瓦,为控制有毒化学品污染提出策略和标准。从1980年起,世界卫生组织(WHO)开始实施国际化学品安全性计划,其重点在于评价现有化学品对人体健康影响,组织国际合作,建立并改进化学品安全性评价方法,并对人员进行培训。

jiangjie
【降解】 指聚合物分子量变小的化学反应的总称,其中包括解聚、无规断链、侧基和低分子物的脱除等反应。无规断链是指断裂发生于沿高分子主链的任一弱点上,反应产物的平均聚合度低于原始样品。链式解聚可看成是链式聚合反应的逆过程,它是指分子链的某一处或两端断裂,即按负增长反应方式不断释出单体。影响降解的物理化学因素很多,如热、机械力、超声波、光、氧、水、化学药品、微生物等。有些场合

系有目的地使聚合物降解，如天然橡胶硫化成型前的塑炼、废聚合物解聚以回收单体、纤维素水解制葡萄糖、废塑料的菌解进行三废处理等。聚合物在使用过程中受物理－化学因素的影响，物理性能变坏的老化现象，也主要是降解。

高分子降解的形式是多种多样的，主要有热降解、力学降解、光降解、高能辐射降解、氧化降解、生物降解、化学药物降解等。

1. 热降解。指高分子在高温环境中由于热的作用所引起的降解。它涉及到分子链的裂解、解聚和侧基分裂反应，以及分子内的环化、支化、异构化和分子间的交联等反应。

高分子热降解依其分子结构、反应条件和降解机理的不同，而有不同的结果：①产物部分或全部挥发，这种情况主要是发生在无规热裂解和链式热解聚；②高分子侧链或取代基发生消除反应，在主链上形成双键，或在分子间产生交联；③高分子发生碳化反应，最终得到耐热性很好的碳化或石墨产物。

2. 力学降解。聚合物的塑炼和熔融挤出，高分子溶液受强力搅拌或超声波作用，都可能使大分子链断裂而降解。

3. 水解、化学降解和生化降解。含极性基团的聚合物，如尼龙和纤维素，含水量不多时和室温下，水分起着一定增塑和降低刚性、硬度、屈服强度的作用。温度较高和相对湿度较大时，就会引起水解降解。聚碳酸酯和聚酯等对水分很灵敏，加工前必须干燥。聚乳酸极易水解，制成外科缝合线，伤口愈合后，毋需拆线，经体内水解为乳酸，由代谢循环排出体外。

化学降解可使杂链聚合物转变成单体或低聚物。如纤维素酸性水解成葡萄糖，废涤纶树脂加过量乙二醇可醇解成对苯二甲酸二乙二醇酯，固化了的酚醛树脂可用过量苯酚分解成低聚物。

生物降解是指土壤、水体和废水处理系统中的需氧微生物对天然的和合成的有机物的破坏或矿化作用。相对湿度在70%以上的温湿气候，有利于微生物对天然高分子和某些高分子的作用。许多种细菌能产生酶，使缩氨酸和葡萄糖键水解成水溶性产物。天然橡胶经过交联或纤维素经过乙酰化可以增加这些材料对生物降解的抵抗力，也可以加入酚类以及含铜、汞或锡等有机化合物，以防菌解。

4. 氧化降解。高分子在空气或氧气存在的情况下，形成过氧自由基 ROO·，加速高分子的氧化降解。加入抗氧剂可使氧化降解反应受到抑制，典型的抗氧剂是位阻大的酚类和芳胺。

5. 光解和光氧化。聚合物在大气中使用，经常受到日光的照射，发生光降解和光氧化，如涤纶对280 nm的紫外光有强烈的特征吸收而降解，降解产物主要是 CO、H_2、CH_4。天然橡胶或二烯烃类橡胶对光照很灵敏，部分降解，部分交联，性能很快变坏、老化。可以通过加入光屏蔽剂、紫外光吸收剂和淬灭剂来阻止光氧化反应的发生。

6. 辐射降解。在高能射线作用下，高分子发生主链断裂或老化变性的过程。按无规降解机理进行，反应可在常温下进行，产物主要是低分子量的高分子，因此可作为获得不同级分的低分子量高分子的方法，目前已发展成为一种特殊的工业。聚四氟乙烯辐射降解成细粉及氟蜡，是高级的润滑材料；氧化聚乙烯也可裂解得到低分子量的产物，用作增稠剂。

高分子材料在自然环境中的生产、加工和使用中不可避免要接触空气，氧化降解的问题比较普遍，因此研究其热氧化和光氧化降解及若干其他辅助因素的作用，以及如何控制这些因素来延长使用寿命的问题，一直是高分子降解研究的重要任务。近年来，随着合成材料特别是塑料工业的飞速发展，为解决固体废料的环境污染为题，人们又提出了利用光和生物降解高分子的研究任务。

xifuxing
【吸附性】 这是物质从体相浓集到界面上的一种性质。例如，气相中的某些物质可以在固体表面上浓集；液体中某些物质可以在气-液界面、液-液界面和固-液界面上浓集。通常把能有效吸附其他物质的固体称为吸附剂，被吸附的物质称为吸附质。

分类 根据不同的角度，可以有不同的分类方法，但主要分类方法有两种。一种是依据吸附剂与吸附质之间作用力的性质，可将吸附作用分为物理吸附和化学吸附。

1. 物理吸附。它不具选择性，在吸附过程中没有电子的转移，没有化学键的生成和破坏，没有原子的重排等反应，产生的吸附只是分子间的引力，吸附过程中吸附速率和解吸速率都很快，且不受温度的影响。此类吸附实质是一种物理作用。

2. 化学吸附。它具选择性，一些吸附剂只对某些吸附质产生吸附作用，其吸附热差不多和化学反应热处在同一数量级，它的吸附速率和解吸速率都很小，而且随温度升高吸附（解吸）速率增加。这类吸附一般都需要一定的活化能，被吸附分子与吸附表面的作用力和化合物中原子间的作用力相似。这种吸附实质上是一种化学反应。

另一种分类方法是根据吸附的界面不同，主要有溶液表面吸附、固-液界面吸附、固-气界面吸附等。

3. 溶液表面的吸附。水的表面张力因加入溶质形成溶液而改变，有些溶质加入后能使溶液的表面张力降低；另一些溶质加入后则会使溶液的表面张力升高。若所加入的溶质能降低表面张力，则溶质力图浓

集在表面层上以降低体系的表面能;反之,当溶质使表面张力升高时,则表面层中的浓度比内部的浓度低,这种溶液表面层的组成与本体溶液的组成不同的现象称为表面层发生了吸附作用。在溶液表面层上溶质的质量浓度可以大于、等于或小于溶液内部的浓度,分别对应着正吸附、不吸附和负吸附。

根据实验,水溶液中表面张力随溶质的质量浓度变化曲线大致分为三类,如图1所示。

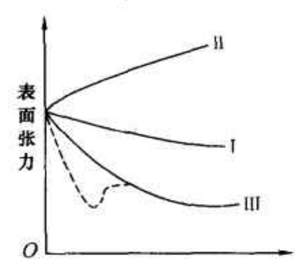


图1 溶质的质量浓度

①曲线Ⅰ的特征是溶质的质量浓度增加时,溶液的表面张力随之下降,大多数非离子型的有机化合物如短链脂肪酸、醇、醛类的水溶液都具此行为;②曲线Ⅱ的特征是溶质的质量浓度增加时,溶液的表面张力上升,大多数无机盐溶液具此特征;③曲线Ⅲ的特征是当溶液很稀时,表面张力随浓度增加急剧下降,随后表面张力大致不随时间而变化,表面活性剂溶液具此行为。

1876年,吉布斯用热力学方法求得定温下溶液的浓度、表面张力和吸附量之间的关系,称为吉布斯公式:

$$z_2 = -\frac{a_2\ \mathrm{d}\gamma}{RT\mathrm{d}a_2}$$

式中 a_2——溶液中溶质的活度;

γ——溶液的表面张力;

z_2——溶质的表面超量。

从吉布斯公式可知:①若 $\mathrm{d}\gamma/\mathrm{d}a_2<0$,即增加溶质活度使溶液的表面张力降低者,$z_2$ 为正值,是正吸附。表面活性物质就是属于此情况;②若 $\mathrm{d}\gamma/\mathrm{d}a_2>0$,即增加溶质活度使溶液的表面张力升高者,$z_2$ 为负值,非表面活性物质就是属于此情况,无机强电解质和高度水化的有机物如蔗糖等都有此性质。由于吉布斯公式的推导过程中,对所考虑的组分及界面没有附加限制条件,所以在原则上对于任何两相的体系都可以适用。

4. 固–气界面的吸附。处在固体表面的原子,由于周围原子对它的作用力不对称,即原子所受的力不饱和,因而有剩余力场,可以吸附气体分子,使固体界面上的气体浓度增加,这种现象称为固–气界面的吸附。

对于一个给定的体系,达到平衡时的吸附量与温度及气体的压力有关,其中在一定温度下平衡吸附量与吸附质浓度的关系称为吸附等温线。吸附等温线有多种形式,经过一定的数学处理得到吸附等温线方程,利用这些方程可以给出有关吸附量、吸附质和吸附过程特点等有用的信息。综合大量实验结果,气体吸附等温线主要有五种类型,如图2所示。这些吸附等温线反映了吸附剂的表面性质有所不同,孔分布性质及吸附质和吸附剂的相互作用也不同。因此,由吸附等温线的类型反过来可以了解一些吸附剂表面性质、孔分布性质以及吸附质和吸附剂相互作用的情况。

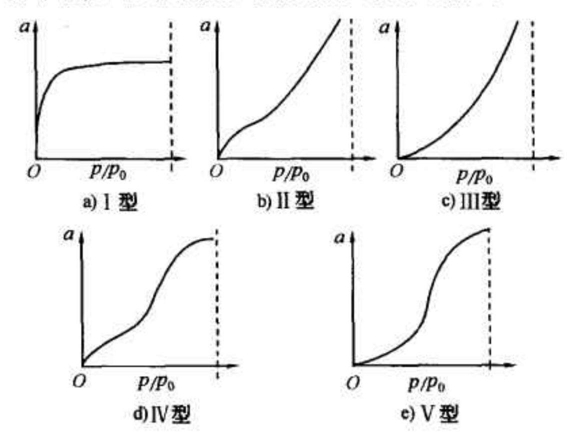


图2 气体吸附等温线

a—吸附量 p—平衡压力 p_0—饱和蒸气压

5. 固–液界面的吸附。不溶性固体与液体接触,溶液中某些组分会在固体表面富集,即为固体从溶液中的吸附作用。

固体在二元互溶液体中的吸附等温线有U形和S形两种形式,前者表示某一组分在完整的体相溶液构成中都优先吸附;后者表示在不同溶液组成中优先吸附的组分不同。目前应用较多的溶液吸附等温式有兰格缪尔等温式:

$$a = \frac{a_m bc}{1+bc}$$

和弗伦得利希吸附等温式:

$$a = kc^{1/n}$$

式中 a——平衡浓度为 c 时的吸附量;

a_m——单分子层饱和吸附量;

b、k 和 n——常数。

影响固体在溶液中吸附的因素很多,一般可从溶质、溶剂和吸附剂三者之间的关系考虑。对于小的有机和无机物分子,若以分子状态吸附时至少有以下规律:①稀溶液时,随着浓度增加,固–液界面自由能降低多的溶质吸附量大,这就是特劳贝规则;②吸附与溶解是性质相反的过程,故溶解度越小越容易被吸附;③吸附是放热过程,温度升高一般对吸附不利,即温度升高吸附量下降;④极性吸附剂容易从极性弱的溶剂中

吸附极性强的溶质;非极性吸附剂容易从极性强的溶剂中吸附极性弱的溶质。其他,如溶质的分子结构、溶剂的性质、吸附剂的制备条件等都对吸附有影响。

固体从溶液中吸附电解质有三种情况:①有些电解质(如弱电解质)以分子状态吸附,其吸附规律与小分子吸附相似;②有的固体在中性盐水溶液中吸附时,溶液的 pH 值发生变化,就像盐类发生了水解,固体有选择地吸附酸或碱,这种吸附称为水解吸附;③电解质在溶液中解离后某种离子被固体吸附,另一种反离子处于固体表面附近的扩散层中,这些反离子可以被与其同号的离子所交换。有些离子直接与固体骨架上的某些离子发生交换作用,这两种因固体吸附而发生的交换过程统称为离子交换吸附。离子交换吸附在土壤学和工业上有着重要应用。

固体从溶液中吸附大分子远比小分子复杂,每个大分子可有若干个吸附点,因而在较小浓度时吸附量上升很快,许多大分子吸附等温线服从兰格缪尔等温式。由于大分子分子量大,在多孔性固体上吸附时有小孔分子不能进入,故分子量增加,吸附量反而减小。溶剂、吸附剂的性质等对大分子的吸附也有影响。

应用 我国劳动人民很早就知道新烧好的木炭有吸湿、吸臭的性能,在湖南长沙马王堆一号墓里就是用木炭作为防腐剂和吸湿剂的。近几十年来,有关吸附性的应用越来越广,人们利用吸附回收少量的稀有金属,对混合物进行分离、提纯,回收溶剂,处理污水,净化空气以及进行吸附色谱等。分子筛富氧就是利用某些分子筛优先吸附氮的性质,从而提高空气中氧的浓度等等。在催化领域中关于吸附的研究和应用,对工农业生产和国民经济具有特别重要的意义。

wendingxing

【稳定性】 这是指在热、光、氧气、水、化学介质、微生物等外界条件作用下,物质的化学组成和结构发生变化,以及物质性能遭到破坏的性质。根据影响物质稳定性的不同因素,可以将稳定性分为不同类型,如热稳定性、光稳定性、氧化还原稳定性等。根据物质的种类可分为酸、碱、盐的稳定性,络合物的稳定性,同位素的稳定性等。例如,高分子在物理因素(如热、紫外线、高能辐射、机械力)和化学因素(如氧、臭氧、腐蚀性介质和化学药物)作用下具有不稳定性,易于发生化学键的断裂,称为老化现象。这种不稳定性的形式可以是热解、力学降解、光降解、高能辐射降解、氧化降解、生物降解等。

物质稳定性的破坏总是伴随着化学键的断裂,因此,稳定性的高低一般与基本微粒间的化学键的强弱密切相关。键能越大,破坏化学键所消耗的能量越大,物质的稳定性越高。例如,氮气和氢气分子均为双原子分子,其中氮原子键以三键结合,键能极大(946 kJ/mol),所以是最稳定的双原子分子,在化学反应中键的断裂十分困难,致使氮气表现出高的化学惰性,常被用作保护气体。氢气分子中氢原子间的化学键键能不算太大(436 kJ/mol),因此,氢气分子不够稳定,易于与很多物质发生反应,如氧气、氯气、活泼金属钠、钾等。

1. 热稳定性。它是指在高温环境中由于热的作用所引起的物质内部化学键的破坏。对于高聚物而言,它涉及到分子链的裂解、解聚和侧基的分裂反应,以及分子内的环化、支化、异构化和分子间的交联等。通常以分解温度衡量热稳定性的高低,如卤化氢的热稳定性顺序是:HF > HCl > HBr > HI,其中 HF 的分解温度为1 000 ℃,而 HI 则在300 ℃就明显分解。

2. 光稳定性。通常它是指在日光照射下,物质发生光降解或光氧化。物质受光的照射后,是否引起分子键的断裂取决于光能和键能的相对强弱。共价键的离解能约 160 ~ 600 kJ/mol,大于这一数值,才能使键断裂。光的能量与波长有关,波长愈短,则能量愈大。例如涤纶对280 nm的紫外光有强烈的特征吸收而降解,降解产物主要是 CO、H_2、CH_4;天然橡胶或二烯类橡胶对光照很灵敏,部分分解,部分交联,性能很快变坏、老化。饱和烷烃并不吸收日光,但少量羰基、氢过氧化基团、不饱和键、催化剂残基或过渡金属、芳烃和其他杂质则可促使聚烯烃的光氧化反应。如果这些生色基团处于薄膜表面,则可加速表面的光氧化。

3. 氧化还原稳定性。很多物质遇到一些较强的氧化剂或较强的还原剂会发生化学变化,许多物质在空气中与氧气作用下,如活泼金属易被氧化成金属氧化物,高分子在空气中可发生氧化降解,如橡胶氧化的结果使分子量降低,出现发黏现象。卤化氢除 HF 无还原性外,其他卤化氢均可被 $KMnO_4$、$K_2Cr_2O_7$ 等氧化,其还原稳定性顺序为 HF > HCl > HBr > HI。

4. 辐照稳定性。它是指在高能辐射线作用下,物质键的断裂或老化变性的程度。许多高分子在辐照条件下会出现链的断裂降解,最典型的是聚异丁烯、聚甲基丙烯酸甲酯和聚四氟乙烯等,天然高分子纤维及其衍生物也属此类。高分子可在室温下辐照分解,射线源一般用钴 -60 或电子加速器,辐照剂量视高分子结构不同可以在 $1\times10^6\sim1\times10^9$ rad($1\text{rad}=10^{-2}$ Gy)范围内。高分子辐射不稳定性主要是由于射线打断高分子主链后所形成的自由基,由于结构因素而难以进行耦合反应,只进行歧化或链转移反应,使分子量迅速下降,平均分子量的下降速度与辐照剂量成线性关系,因而可以用辐照剂量来控制所需产物的分子量。

5. 生化稳定性。土壤、水体和废水处理系统中需氧微生物对合成和天然有机物的破坏和矿化导致物质的生化稳定性下降。有机物生化稳定性的高低取决于

微生物作用的特性和有机物的结构，一般有机物结构简单的优先分解，例如脂肪族和环状化合物较芳香族化合物容易被生物降解。又如有机物分子量的大小对生化稳定性有重要影响，聚合物复合物能抵抗降解，主要是因为微生物所必需的酶不能靠近并破坏化合物分子内部敏感的反应键。

6. 配合物的稳定性。指配离子在溶液中离解为金属离子和配体时离解程度的大小。通常用稳定常数作为衡量稳定性的尺度。配合物在溶液中的稳定性与氧化还原稳定性和热稳定性有区别，氧化还原稳定性决定于中心原子氧化还原的难易，受中心原子电离势、水合热等因素的影响；热稳定性是指配合物受热分解为其组分的难易程度，与配位原子和中心原子之间的键能有关。配合物在溶液中的稳定性不仅取决于键能，还决定于水合作用。

配合物在溶液中的稳定性与中心原子的半径、电荷及其在周期表中的位置有关，例如过渡金属的核电荷高，半径小，有空的 d 轨道和自由的 d 电子，它们容易接受配体的电子对，又容易反馈 d 电子给配体，均易形成稳定的配合物；与此相反，碱金属、碱土金属的极化性低，具有惰性气体结构，形成配合物的能力较差。在广义的酸碱理论中，把这类极化性低的、外电子层难于变形的中心原子称为硬酸；把前一类极化性高并易于激发 d 电子的中心原子称为软酸，例如 Cu^{+}、Ag^{+}、Au^{+}、Cd^{2+} 是典型的软酸。介于两类之间的称为交界酸，例如 Sn^{2+}、Sb^{3+}、Bi^{3+}、Zn^{2+} 等。通常硬酸和软碱、软酸和硬碱形成的配合物较为稳定。

中心原子的 d 电子数目也影响配合物的稳定性，第一过渡系金属离子的高自旋配合物的稳定性，从 Mn^{2+} 到 Cu^{2+} 随 d 电子数目的增加而递增，至 Cu^{2+} 为最大值，称为欧文－威廉顺序：

$$Mn^{2+} < Fe^{2+} < Co^{2+} < Ni^{2+} < Cu^{2+} < Zn^{2+}$$

含有一个以上的配位原子的配体称为多齿配体，它与金属生成的环状螯合物有较大的稳定性。环的多少、大小对稳定性有影响。一般说来，环数越多，螯合物越稳定，如乙二胺四乙酸根能与大多数金属离子形成五个五元环的稳定配合物。通常以五元环和六元环形成的配合物最稳定，若环上有双键，则六元环形成的配合物最稳定。

7. 同位素的稳定性。通常以原子核的比结合能（每个核子的平均结合能）$\varepsilon = E_B/A$ 作为稳定性的量度；E_B 为核的结合能，A 为核子数。ε 越大，体系的能量越低，也就越稳定。

将自然界存在的核素以 $N(N=A-Z)$ 为纵坐标，Z 为横坐标作图，可见核素分布在一条很窄的带上。在轻核部分，中子数与质子数相等或非常接近，当 $Z>20$，即从钙以后，$N>Z$，窄带明显的偏离 $N=Z$ 的直线而向上发散，至 $Z=83$，中质比为 1.52，以后就没有稳定核素。这说明核的稳定性与中质比值有关，稳定核素的中子数和质子数有近似的对称关系，而在稳定带以外的核都是放射性的。这就是核稳定性的对称规则。

核素的稳定性还与核子数的偶奇性有密切关系。Z 为偶数的元素比 Z 为奇数的元素有多得多的稳定同位素。而且偶 Z 和偶 N 的占大多数。事实上，奇 Z 的元素最多只有两个稳定同位素，而且它们几乎常是偶 N 的。对 Z 为偶数的元素，除元素铍（$Z=4$）外，至少有两个稳定同位素，最多如元素锡，达到 10 个稳定同位素，而其中偶 Z 和奇 N 的核除锡有三个外，一般只有一个或两个稳定同位素，这就是核稳定性的偶－奇规则，也即奥多－哈金斯规则。

xiaohua fanying

【硝化反应】 指有机化合物分子中引入硝基取代化合物的反应。工业上应用较多的是芳烃的硝化，以硝基取代芳环上的氢，可用以下通式表示：

$$Ar-H + HNO_3 \rightarrow Ar-NO_2 + H_2O$$

脂肪族化合物硝化时有氧化断键的副反应，工业上很少采用。

硝化方法 常用的硝化剂有各种浓度的硝酸、硝酸和硫酸的混合物等。根据被硝化物的性质和所用硝化剂的不同，硝化方法主要有：稀硝酸的硝化、浓硝酸的硝化、混酸（浓硫酸和浓硝酸）的硝化、有机溶剂中的硝酸硝化和非均相硝化等。其中混酸硝化主要用于苯、甲苯和氯苯的硝化。混酸硝化产物的需要量很大，因此是最重要的硝化反应过程。

硝化反应器 硝化反应在液相中进行，通常采用釜式反应器。根据硝化剂和介质的不同，可采用搪瓷釜、钢釜、铸铁釜或不锈钢釜。硝化过程大多采用间歇操作，产量大的硝化反应可采用连续操作，采用釜式连续硝化反应器或环形连续硝化反应器，实现多台串联完成硝化反应。环形连续硝化反应器的特点是传热面积大，搅拌良好，生产能力大，副反应产物少。

硝化反应过程中的安全 硝化反应要求保持适宜的温度，以避免浓硝酸的分解、氧化以及生成多硝基化合物等的副反应。多硝基化合物在受热、摩擦或撞击等条件下有可能出现爆炸的危险；有机物的氧化过程中有大量的氧化氮气体的释放，并使体系温度迅速升高，引起反应物从设备中喷出而发生爆炸事故。所以要仔细配制反应混合物并除去其中易氧化的组分，防止油类杂质进入反应设备，并要准确地对温度进行控制，实施连续混合以防止硝化反应过程中发生氧化作用。

硝化反应是放热反应，而且反应速度快，控制不好会引起爆炸。为了保持一定的硝化温度，通常要求硝

化反应器具有良好的传热装置,一般除利用夹套冷却外,还在釜内安装冷却蛇管,装配温度自动控制系统。反应过程要连续搅拌,保证物料充分混合,并备有惰性气体搅拌和人工搅拌的辅助设备。搅拌机应有自动启动的备用电源,以防止机械搅拌在突然断电时停止转动而引起事故。搅拌轴要用硫酸作润滑剂,温度套管用硫酸作导热剂,不可使用普通机油或甘油,防止机油或甘油被硝化而形成爆炸性物质。

硝化设备要密封严密,防止硝化物料溅到蒸汽管道等高温表面上而引起燃烧或爆炸。如管道堵塞,可用蒸汽加热疏通,不能用金属棒敲打或明火加热。硝化厂房外安全地点,应经专门处理后堆放,不可随便挪用,以防止发生意外事故。

工业应用 由硝化反应生产的硝基烷烃为优质的溶剂,对纤维素化合物、聚氯乙烯、聚酰胺、环氧树脂等均有良好的溶解能力,并可作为溶剂添加剂和燃料添加剂。它们也是有机合成的原料,如用于合成羟胺、三羟甲基硝基甲烷、炸药、医药、农药和表面活性剂等。各种芳香族硝基化合物可用于染料、纺织等行业。

lühua fanying

【氯化反应】 指有机化合物中的氯原子被氢原子所取代,并同时生成氯化物的反应。氯化过程中的原料有甲烷、乙烷、戊烷、苯、甲苯及天然气等。常用的氯化剂有氯气、氯化氢、次氯酸、光气、三氯化磷、五氯化磷等。

分类 氯化反应有四种基本类型:

1. 加成氯化,如:

$$CH_2=CH_2+Cl_2 \rightarrow CH_2ClCH_2Cl$$

$$C_6H_6+3Cl_2 \rightarrow C_6H_6Cl_6$$

2. 取代氯化,如:

$$CH_4+Cl_2 \rightarrow CH_3Cl+HCl$$

$$C_6H_6+Cl_2 \rightarrow C_6H_5Cl+HCl$$

3. 氯解反应,在氯化的同时伴随分子链的断裂,如

$$C_3H_8+8Cl_2 \rightarrow C_2Cl_4+CCl_4+8HCl$$

4. 氧化氯化反应,又称氧氯化,在氯化反应的同时发生氧化反应。如:

$$C_2H_4+2HCl+1/2O_2 \rightarrow ClCH_2CH_2Cl+H_2O$$

根据实现氯化的过程,还可将氯化反应分为:

1. 非催化氯化,按其机理可分为两类。一类是自由基反应,取代氯化一般多属此类。工业上把利用热能引发自由基而进行的氯化反应过程称为热氯化,如甲烷热氯化制得甲烷氯化物;而利用光子来引发自由基进行的氯化反应过程称为氯化,如苯在紫外线照射下氯化为六六六。另一类氯化过程是离子反应,加成氯化多属于此类。如丙烯与氯及水反应生成氯丙醇。

2. 催化氯化,常用的催化剂中,一类是金属氯化物,例如氯化铁、氯化铝、氯化汞等。如苯氯化为氯苯、乙炔和氯化氢进行加成而得氯乙烯等,都是用金属氯化物作为催化剂。另一类是金属氧化物,如氧化铝、氧化锌等,主要用于醇类和氯化氢生成卤代烷烃的加成反应。

反应器 常用的有三类:

1. 用于液相氯化,一般是鼓泡式反应器,例如乙烯氯化成二氯乙烷,丙烯次氯酸氯化为氯丙醇等。

2. 用于气固相催化氯化,例如乙烯氧化氯化为二氯乙烷。

3. 用于气相均相氯化,例如丙烯高温氯化,采用的是喷嘴式反应器。

应用 氯化过程在有机化工中用于制备工业溶剂(如一氯甲烷、四氯化碳等)、制冷剂、有机合成中间体(如氯丙烯、氯苯、氯丙醇)等。

氯化过程中的安全措施 氯化反应的危险性主要取决于被氯化对象的性质和反应过程的控制条件。氯化反应最常用的氯化剂是氯气,氯气的毒性大,贮存压力高,若有泄漏将是十分危险的。因此,贮罐中的液氯进入氯化反应器之前,必须先进入蒸发器使其气化。在一般情况下,不能把贮存氯气的气瓶或槽车当贮罐用,因为这样可能使被氯化的有机物质倒流进入气瓶或槽车,而发生爆炸。在氯化反应器上,一般应安装氯气缓冲罐,以防止断气或压力减少时造成的倒流。氯化反应的原料大多数是易燃易爆的有机物,应严格控制各种点火源,电气设备应符合防火防爆规范。

氯化反应是一个放热反应,在较高的温度下进行氯化反应是剧烈的。在高温下,物料泄漏出来会引起燃烧、爆炸事故。所以氯化反应的设备要有良好的冷却系统,并严格控制氯气的流量,以避免因氯气流量过大,升温过快而发生爆炸。氯气作氧化剂时常常是液化贮存和运输,进入氯化反应器前,采用汽水混合办法进行升温,加热温度一般不超过50℃,汽水混合的流量采用自动调节装置。在氯气的入口处,安装氯气的计量装置,从钢瓶中放出氯气时,可用阀门控制流量。

由于氯化反应要生成氯化氢气体,这种物质有很强的腐蚀性,因此,氯化反应设备必须防腐蚀,并密封不漏。生成的氯化氢气体用吸收法和冷凝法回收。氯化氢气体易溶于水,经过吸收和冷却装置就可以除去尾气中绝大多数的氯化氢。采用吸收法时,必须用蒸馏法将被氯化的原料分离出来,再处理有害物质。为了避免逸出的有毒气体混入周围的大气中,通常采用分段碱液吸收器将有毒气体吸收。在排往大气的管道上,应安装自动分析仪,以检查吸收是否安全,保证不污染大气环境。

cuihua fanying

【催化反应】 指在催化剂作用下进行的化学

反应。在化学反应中能改变反应速度而本身组成和质量在反应前后不发生变化的物质,叫做催化剂。加快化学反应速度的催化剂称为正催化剂,反之则称为负催化剂或阻催化剂,通常若不加说明,都是指正催化剂。

分类 催化反应通常可以分为均相催化和多相催化,前者催化剂和反应物质处于同一相,如气态或液态,后者则不是同一相,这时反应在两相界面上进行。工业上有许多重要的催化反应是多相催化反应即催化剂是固态物质,反应物是气态或液态。具体又可分为以下主要几类。

酸碱催化:酸碱催化分为均相和多相两种。阿仑尼乌斯酸碱、路易斯酸碱的催化作用都属酸碱催化反应。许多离子型有机反应,如水解、脱水、缩合、酯化、重排等,常用酸碱催化。固体酸催化剂广泛用于催化裂化、异构化、烷基化聚合等反应。

络合催化:络合催化是泛指在反应过程中,催化剂与反应基团直接构成配键,形成中间络合物,使反应基团活化。络合催化是近年来均相催化进展的主流,自50年代初期齐格勒-纳塔型催化剂出现以来,以金属络合物为基础的催化剂研究有很大发展,现在一些过渡金属络合物已成为加氢脱氧、氧化、异构化、水合、羰基合成、高分子聚合等类型反应过程的催化活化中间物。

酶催化反应:在生物体进行的各种复杂反应,如蛋白质、脂肪、碳水化合物的合成、分解等基本上都是酶催化反应。酶催化反应可看作是介于均相和多相催化反应之间。酶催化反应的突出特点是:①高度的选择性,一种酶只催化一种反应,而对其他反应不具有活性;②催化效率高,比一般无机或有机催化剂可高出$10^8 \sim 10^{12}$倍;③反应条件温和,一般在常温常压下就可进行;④反应机理复杂,酶反应受酸度、温度以及离子强度的影响较大。

自催化反应:在给定条件下的反应体系,反应开始后逐渐形成并积累了某种产物或中间体,这些产物具有催化功能,使反应经过一段诱导期后出现大大加速的现象。如油脂腐败,橡胶变质以及塑料制品的老化等均属包含链反应的自动氧化过程,反应开始进行很慢,但都能被其自身所产生的自由基加速,因此大多数自动氧化过程存在着自催化作用。

催化反应中的安全 安全地进行催化反应,要注意以下几点:正确选择催化剂;催化剂的加入量要适当,防止局部反应过猛;散热要良好,防止温升过快、过高;并注意严格控制温度。如果催化反应能继续进行,采用温度自动调节系统,则可以降低危险性。

催化剂与杂质有可能反应生成爆炸危险物。如在乙烯催化氧化合成乙醛的催化反应中,催化剂中含有大量的亚铜盐,若原料气中杂质乙炔含量过高,则会有乙炔与亚铜盐反应生成乙炔铜,这种乙炔铜在260~270℃会自燃,干燥状态下极易爆炸,在空气作用下易氧化成暗黑色并着火,所以要控制原料中乙炔的含量。催化反应过程中还可能生成危险物质。如有的催化反应会产生氯化氢,这种气体有腐蚀性和毒性。有的催化反应生成硫化氢。这种气体的毒性更大,并在空气中达到一定浓度会引起爆炸。产生氢气的催化反应具有较高的危险性,特别是在高压下,氢的腐蚀作用使高压容器产生脆化,导致破坏性事故。所以,对产生危险物质的催化反应,要针对具体情况采取相应的安全措施,避免发生燃烧爆炸和中毒事故。

gaofenzi juhewu

【高分子聚合物】 指由许多相同的、简单的结构单元通过共价键重复连接而成的高分子量(通常可达$10^4 \sim 10^6$)化合物。例如聚氯乙烯分子是由许多氯乙烯分子结构单元—CH_2CHCl—重复连接而成,因此—CH_2CHCl—又称为结构单元或链节。由能够形成结构单元的小分子所组成的化合物称为单体,是合成聚合物的原料。聚氯乙烯可缩写成:

$$\left[CH_2\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}H \right]_n$$

n代表重复单元数,又称聚合度,聚合度是衡量高分子聚合物的重要指标。聚合度很低(1~100)的聚合物称为低聚物,只有当相对分子质量高达$10^4 \sim 10^6$(如塑料、橡胶、纤维等)才称为高分子聚合物。由一种单体聚合而成的聚合物称为均聚物,如上述的聚氯乙烯、聚乙烯等。由两种以上单体共聚而成的聚合物则称为共聚物,如氯乙烯-醋酸乙烯共聚物等。

发展简史 人类利用天然聚合物的历史久远,直到19世纪中叶才跨入对天然聚合物的化学改性工作,1839年C. Goodyear发现了橡胶的硫化反应,从而使天然橡胶变为实用的工程材料的研究取得关键性的进展。1870年J. W. Hyatt用樟脑增塑硝化纤维素,使硝化纤维塑料实现了工业化。1907年L. Baekeland报道了合成第一个热固性酚醛树脂,并在20世纪20年代实现了工业化,这是第一个合成塑料产品。1920年H. Standinger提出了聚合物是由结构单元通过普通的共价键彼此连接而成的长链分子,这一结论为现代聚合物科学的建立奠定了基础。随后,Carothers把合成聚合物分为两大类,即通过缩聚反应得到的缩聚物和通过加聚反应得到的加聚物。20世纪50年代K. Ziegler和G. Natta发现了配位聚合催化剂,开创了合成立体规整结构聚合物的时代。在大分子概念建立以后的几十年中,合成高聚物取得了飞速的发展,许多重要的聚合物相继实现了工业化。

聚合物的分类 可以从不同的角度对聚合物进行

分类,如从单体来源、合成方法、最终用途、加热行为、聚合物结构等。

1. 按分子主链的元素结构,可将聚合物分为碳链、杂链和元素有机三类。

碳链聚合物 大分子主链完全由碳原子组成。绝大部分烯类和二烯类聚合物属于这一类,如聚乙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯等。

杂链聚合物 大分子主链中除碳原子外,还有氧、氮、硫等杂原子。如聚醚、聚酯、聚酰胺、聚氨酯、聚硫橡胶等。工程塑料、合成纤维、耐热聚合物大多是杂链聚合物。

元素有机聚合物 大分子主链中没有碳原子,主要由硅、硼、铝和氧、氮、硫、磷等原子组成,但侧基却由有机基团组成,如甲基、乙基、乙烯基等。有机硅橡胶就是典型的例子。

元素有机又称杂链的半有机高分子,如果主链和侧基均无碳原子,则成为无机高分子。

2. 按材料的性质和用途分类,可将高聚物分为塑料、橡胶和纤维。

橡胶 通常是一类线型柔顺高分子聚合物,分子间次价力小,具有典型的高弹性,在很小的作用力下,能产生很大的形变(500% ~1000%),外力除去后,能恢复原状。因此,橡胶类用的聚合物要求完全无定型,玻璃化温度低,便于大分子的运动。经少量交联,可消除永久的残余形变。以天然橡胶为例,T_g 低(-73℃),少量交联后,起始弹性模量小(<70N/cm²)。经拉伸后,诱导结晶,将使模量和强度增高。伸长率为 400%,强度增至1 500 N/cm²;500%时为2 000 N/cm²。橡胶经适度交联(硫化)后形成的网络结构可防止大分子链相互滑移,增大弹性形变。交联度增大,弹性下降,弹性模量上升,高度交联可得到硬橡胶。天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶和乙丙橡胶是常用的品种。

纤维 通常是线性结晶聚合物,平均分子量较橡胶和塑料低,纤维不易形变,伸长率小(<10% ~50%),弹性模量(>35 000 N/cm²)和抗张强度(>35 000 N/cm²)都很高。纤维用聚合物带有某些极性基团,以增加次价力,并且要有高的结晶能力。拉伸可提高结晶度。纤维的熔点应在 200℃以上,以利于热水洗涤和熨烫,但不宜高于 300℃,以便熔融纺丝。该聚合物应能溶于适当的溶剂中,以便溶液纺丝,但不应溶于干洗溶剂中。工业中常用的合成纤维有聚酰胺(如尼龙-66、尼龙-6 等)、聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚丙烯腈等。

塑料 是以合成或天然聚合物为主要成分,辅以填充剂、增塑剂和其他助剂在一定温度和压力下加工成型的材料或制品。其中的聚合物常称做树脂,可为晶态和非晶态。塑料的行为介于纤维和橡胶之间,有很广的范围,软塑料接近橡胶,硬塑料接近纤维。软塑料的结晶度由中到高,T_m、T_g 有很宽的范围,弹性模量(15 000 ~ 350 000 N/cm²)、抗张强度(1 500 ~ 7 000 N/cm²)、伸长率(20% ~800%)都从中到高。聚乙烯、聚丙烯和结晶度中等的尼龙-66 均属于软塑料。硬塑料的特点是刚性大、难变形。弹性模量(70 000 ~ 350 000 N/cm²)和抗张强度(3 000 ~ 8 500 N/cm²)都很高,而断裂伸长率很低(0.5% ~ 3%)。这类塑料用的聚合物都具有刚性链,属无定型。塑料按其受热行为也可分为热塑性塑料和热固性塑料。依塑料的状态又可细分为模塑塑料、层压塑料、泡沫塑料、人造革、塑料薄膜等。

聚合物的结构 聚合物的结构可分为链结构和聚集态结构两大类。

1. 分子链结构 链结构又分为近程结构和远程结构。近程结构包括构造与构型,构造指链中原子的种类和排列、取代基和端基的种类、单体单元的排列顺序、支链的类型和长度等。构型是指某一原子的取代基在空间的排列。近程结构属于化学结构,又称一级结构。远程结构包括分子的大小与形态、链的柔顺性及分子在各种环境中所采取的构象。远程结构又称二级结构。链结构是指单个分子的形态。

近程结构 对聚合物链的重复单元的化学组成一般研究得比较清楚,它取决于制备聚合物时使用的单体,这种结构是影响聚合物的稳定性、分子间作用力、链柔顺性的重要因素。键接方式是指结构单元在高聚物中的联结方式。在缩聚和开环聚合中,结构单元的键接方式一般是明确的,但在加聚过程中,单体的键接方式可以有所不同,例如单烯类单体($CH_2=CHR$)在聚合过程中可能有头-头、头-尾、尾-尾三种方式:

```
—CH — CH₂ — CH₂ — CH—(尾-尾)
  |                |
  R                R
—CH₂— CH — CH₂ — CH—(头-尾)
       |          |
       R          R
—CH₂— CH — CH — CH₂—(头-头)
       |    |
       R    R
```

对于大多数烯烃类聚合物以头-尾相接为主,结构单元的不同键接方式对聚合物材料的性能会产生较大的影响,如聚氯乙烯链结构单元主要是头-尾相接,如含有少量的头-头键接,则会导致热稳定性下降。

共聚物按其结构单元键接的方式不同可分为交替共聚物、无规共聚物、嵌段共聚物与接枝共聚物几种类型。同一共聚物,由于链结构单元的排列顺序的差异,导致性能上的变化,如丁二烯与苯乙烯共聚反应得丁苯橡胶(无规共聚物)、热塑性弹性体 SBS(苯乙烯-丁

二烯-苯乙烯三嵌段共聚物)和增韧聚苯乙烯塑料。

结构单元原子在空间的不同排列出现旋光异构和几何异构。如果高分子结构单元中存在不对称碳原子(又称手性碳),则每个链节就有两种旋光异构。它们在聚合物中有三种键接方式:若聚合物全部由一种旋光异构单元键接而成,则称为全同立构;由两种旋光异构单元交替键接,称为间同立构;两种旋光异构单元完全无规时,则称为无规立构。分子的立体构型不同对材料的性能会带来影响,例如全同立构的聚苯乙烯结构比较规整,能结晶,熔点为240℃,而无规立构的聚苯乙烯结构不规整,不能结晶,软化温度为80℃。对于1,4-加成的双烯类聚合物,由于内双键上的基团在双键两侧排列的方式不同而有顺式构型与反式构型之分,如聚丁二烯有顺、反两种构型:

$$\diagdown CH_2 \diagup CH{=}CH \diagdown CH_2 \diagup CH_2 \diagdown CH{=}CH \diagup CH_2 \diagdown$$

顺式

$$\diagdown CH_2 \diagup CH {=} CH \diagdown CH_2 \diagup CH_2 \diagdown CH {=} CH \diagup CH_2$$

反式

其中顺式的1,4-聚丁二烯,分子链与分子链之间的距离较大,在常温下是一种弹性很好的橡胶;反式1,4-丁二烯分子链的结构也比较规整,容易结晶,在常温下是弹性很差的塑料。

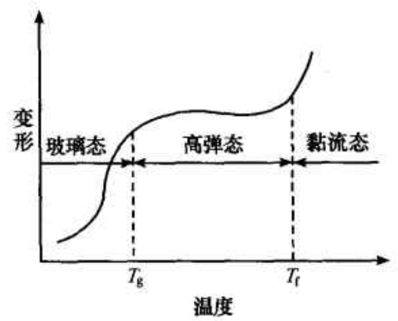
远程结构

(1)高分子的大小:对高分子大小的量度,最常用的是分子量。由于聚合反应的复杂性,因而聚合物的分子量不是均一的,只能用统计平均值来表示,例如数均分子量和重均分子量。分子量对高聚物材料的力学性能以及加工性能有重要影响,聚合物的分子量或聚合度只有达到一定数值后,才能显示出适用的机械强度,这一数值称为临界聚合度。

(2)高分子的内旋转:高分子的主链很长,通常并不是伸直的,它可以卷曲起来,使分子呈现各种形态,从整个分子来说,它可以卷曲成椭球状,也可伸直成棒状。从分子局部来说,它可以呈锯齿状或螺旋状,这是由单键的内旋转而引起的分子在空间上表现不同的形态。这些形态可以随条件和环境的变化而变化。

(3)高分子链的柔顺性:高分子链能够改变其构象的性质称为柔顺性,这是高聚物许多性能不同于低分子物质的主要原因。主链结构对聚合物的柔顺性有显著的影响。例如,由于Si-O-Si键角大,Si-O的键长大,内旋转比较容易,因此聚二甲基硅氧烷的柔性非常好,是一种很好的合成橡胶。芳杂环因不能内旋转,所以主链中含有芳杂环结构的高分子链的柔顺性较差,具有耐高温的特点。侧基极性的强弱对高分子链的柔顺性影响很大。侧基的极性愈弱,其相互间的作用力愈大,单键的内旋转困难,因而链的柔顺性差。链的长短对柔顺性也有影响,若链很短,内旋转的单链数目很少,分子的构象数很少,必然出现刚性。

2. 聚集态结构 聚集态结构是指高聚物分子链之间的几何排列和堆砌结构,包括晶态结构、非晶态结构、取向态结构以及织态结构。结构规整或链间次价力较强的聚合物容易结晶,例如,高密度聚乙烯、全同聚丙烯和聚酰胺等。结晶聚合物中往往存在一定的无定型区,即使是结晶度很高的聚合物也存在晶体缺陷,熔融温度是结晶聚合物使用的上限温度。结构不规整或链间次价力较弱的聚合物(如聚氯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯等)难以结晶,一般为不定形态。无定型聚合物在一定负荷和受力速度下,于不同温度可呈现玻璃态、高弹态和黏流态三种力学状态(见下图)。玻璃态到高弹态的转变温度称玻璃化温度(T_g),是无定型塑料使用的上限,橡胶使用的是下限温度。从高弹态到黏流态的转变温度称黏流温度(T_f),是聚合物加工成型的重要参数。



无定形聚合物的三种力学状态

当聚合处于玻璃态时,整个大分子链和链段的运动均被冻结,宏观性质为硬、脆、形变小,只呈现一般硬性固体的普弹形变。聚合物处于高弹态时,链段运动高度活跃,表现出高形变能力的高弹性。当线型聚合物在黏流温度以上时,聚合物变为熔融、黏滞的液体,受力可以流动,并兼有弹性和黏流行为,称黏弹性。聚合熔体和浓溶液搅拌时的爬杆现象,挤出物出口模时的膨胀现象以及减阻效应等,都是黏弹行为的具体表现。其他如聚合物的蠕变、应力松弛和交变应力作用下的发热、内耗等均属黏弹行为。

聚合物的生产 天然聚合物多从自然植物经物理或化学方法制取,合成聚合物由低分子单体通过聚合反应制得。聚合方法通常有本体(熔融)聚合、溶液聚合、乳液聚合和悬浮聚合等,依据对聚合物的使用性能要求可对不同的方法进行选择,如带官能团的单体聚合常采用溶液或熔融聚合法。研究聚合过程的反应工程学科分支称为聚合反应工程学。聚合物加工成各种制品的过程,主要包括塑料加工、橡胶加工和化学纤维

纺丝，这三者的共性研究体现为聚合物流变学。

聚合物的性能 高弹形变和黏弹性是聚合物特有的力学性能。这些特性均与大分子的多层次结构的大分子链的特殊运动方式以及聚合物的加工有密切的关系。聚合物的强度、硬度、耐磨性、耐热性、耐腐蚀性、耐溶剂性以及电绝缘性、透光性、气密性等都是使用性能的重要指标。

huaxue weihai

【化学危害】 由化学物质与周围环境因素的相互作用所产生的对人的生命或健康、或对生态系统和环境的潜在有害作用。产生化学危害的物质通常有有毒气体、重金属、农药、化肥以及其他的有机物和无机物等。

化学危害的特点 有害化学物质通过进入大气、水、土壤等，直接或间接地对整个生态系统产生危害，其危害的特点是：①作用面广。因为化学有害物质所涉及的地区广泛，人口众多，接触对象不限于某一区域或某一类群体；②作用时间长，剂量小。化学物进入环境后，受到大气的扩散，水体的稀释，其污染浓度低，而接触者长期生活于该环境中，通过空气、水及食物等进入人体，对人体产生危害；③危害作用的多样性。进入环境的化学污染物十分复杂，它们各有不同的生物学效应，对机体危害是多种多样的，有局部刺激作用、全身中毒作用、持续性积蓄危害，还有远期作用，如 SO_2、NO_2、粉尘均可对眼、呼吸道黏膜有直接刺激作用；DDT 在人体脂肪中的残留量可高达27.8 mg/kg，且在胎儿和新生婴儿脂肪中也有发现等；④毒物的联合作用，在许多情况下，两种或两种以上的毒物会出现联合作用或毒物和环境之间的联合作用，联合作用呈现出相加（等于分别作用相加的总和）、协同作用（大于相加的总和）或拮抗作用（小于相加的总和）；⑤容易产生，难于治理。化学危害作用一旦形成，消除比较困难，如重金属、多氯联苯、有机氯农药等污染土壤后能长期残留，很难消除，会对人类长期产生作用。

化学危害的影响因素 化学物质对人体的危害受多种因素的影响，主要有：①化学物质的质和量。质是指有害物的性质，主要是储积性（物质积蓄或机能积蓄）。量是指剂量，任何一种有害物达到一定的剂量都会使人体出现生理功能、组织结构发生病理反应，严重的会导致死亡。这种引起反应的剂量和浓度称为阈剂值或阈浓度；②接触条件（指作用时间及进人途径）。有害物质的剂量越大，作用时间越久，则危害越大。特别是那些在机体内具有储积性污染物危害更大。根据有害物质的性质、剂量、作用时间和侵人途径，对机体的危害表现可能会引起局部病变，也可能会引起全身反应。低浓度长时间作用则会引起慢性危害；③多因素的综合作用。环境中的有害物常常与物理、化学、生物诸因素同时作用于人体，其综合作用的类型有独立、相加、协同、拮抗作用。例如，振动可增加锰、铅、汞金属毒物的毒性作用；适量的硒与甲基汞同时存在可降低汞的毒性等；④个体感受差异性。人的健康状况、生理状态、遗传因素等，均可影响人体对化学危害的反应强度和性质。如完全缺乏血清抗胰蛋白酶因子的人，对刺激性造成的肺损伤特别敏感等。此外，人体的健康状态，是否患有其他疾病等因素，对机体也有直接的影响。如伦敦烟雾事件的一周内比前一年同期多死亡的4 000人中，80% 是原来患有心、肺疾病的人，45 岁以上的死亡最高，为平时的 3 倍，1 岁以下的死亡人数为平时的 2 倍。

化学危害的鉴定 包括对化学危害的定性鉴定和定量鉴定。定性鉴定是评审某化学物质现有的毒理学和流行病资料，确定是否可造成人体健康的损害，阐明化学物质在体内的变化，在器官、细胞或细胞成分中所进行的相互作用；后一类资料对解决实验动物中受试化学物质所致类型是否适用于人具有重要意义。危害性评价工作是确定一种群体中的毒性作用是否或在多大程度上可科学地推知另一群体中将会发生这种毒性作用，例如在动物实验中所见化学物质的致癌作用或致畸变作用是否可能在接触同一物质的人群中表现出来。定量鉴定主要包括：①化学剂量-反应关系的评定，评定不同接触水平在群体中某种特定效应的发生率；②与有害物质的接触评定，评估整个社会人群接触该化学物质的可能水平；③危害程度的特征评定，将危害性鉴定、剂量-反应评定资料进行综合分析，确定人群在已知或预期接触条件下，是否会遭到化学物质的毒害，产生毒性反应，并对致癌物或非致癌物提出不同的安全系数，确定日用安全剂量，得出一般人群和（或）特殊人群预期出现的反应率。

huaxue wuran

【化学污染】 一般指由于人为活动或人工制造的化学物质（化学品）进入环境后，所造成的环境污染。这些化学物质在环境中或有机体中会发生作用，对环境造成危害。化学污染是环境污染最主要的因素。

特点 ①影响范围大：化学污染涉及的地区广、人口多，而且接触的污染对象，除从事工矿企业的健康青壮年外，还包括老、弱、幼、病，甚至孤儿；②作用时间长：接触者长时间不断地暴露在被污染的环境中，每天可达 24 小时；③化学污染浓度低，情况复杂：化学污染物进入环境后，受到大气、水体等的稀释，一般浓度往往很低。化学污染物浓度虽低，但由于环境中存在的化学污染物种类很多，它们不但可通过生物或物理作用发生转化、代谢、降解和富集，从而改变其原有的性状和浓度，产生不同的危害作用，而且各种化学污染物可同时作用于受害体，往往产生复杂的联合作用。

此外，化学污染还有污染容易、治理困难的特点。

化学污染的类型

非金属污染 ①氟污染：地方性氟过剩会导致氟骨病，轻度反映在牙齿上，重度则除使人患有严重的"斑釉齿"外，还会出现骨质病变、肌肉萎缩、肢体变形等症状。氟化物长期存留人体内许多器官中会导致细胞异变，从而引起癌症；②碳氧化物污染：一氧化碳对人类及哺乳动物的作用，主要在通过细胞中血红蛋白(Hb)结合（一氧化碳与Hb的亲和力比氧气与Hb的亲和力大200倍），形成碳氧血红蛋白(COHb)，使血流丧失传递功能，这种危害作用的大小，取决于CO的浓度和接触时间；二氧化碳的排放最重要的影响是可能引起气候的变化，如"温室效应"；③硫氧化物和氮氧化物产生的污染：引起酸雨，对水体、土壤生态平衡、植物生态效应、人体健康都会造成严重的影响；氮、磷等营养物产生的污染：导致水体富营养化和赤潮等水质变异现象；此外，还有氰化物、碘、硒类引起的化学污染。

重金属污染 主要有汞、铬、镉、铅等重金属所造成的污染。重金属污染的特点是：①在水体中不能被微生物降解，而且能发生各种形态之间的相互转化，以及分散和富集的过程；②在环境中只要有微量重金属即可产生毒性效应，一般重金属产生毒性的范围，在天然水中大约为1～10 mg/L之间；③环境中的某些重金属可在微生物作用下转化为毒性更强的重金属化合物，如汞的去甲基化作用；④生物从环境中摄取重金属可以经过食物链的生物放大作用，逐级在较高级的生物体中成千上万地富集，然后通过食物进人人体，在人体的某些器官中积累起来造成慢性中毒，影响人体正常生活。

有机物污染 主要有：①酚类化合物污染：水体中酚类污染物主要来源于工业企业排放的含酚废水。在大气中酚污染主要来自炼焦、炼油、煤气发生、制酚及应用酚作原料的过程。由于管理不严，生产设备维修不当，致使酚蒸气挥发，受含酚废水污染的表层地面水及其灌溉的农田也可因酚蒸气挥发而造成大气污染。含酚废水灌溉农田，使用工业废渣作肥料，使用某些农用化学物质等可造成土壤污染。②多联氯苯(PCB)污染：海水中含有PCB能影响浮游生物的生长繁殖，10～25 mg/L的含氯42%的氯代联苯能抑制某些海洋藻类生长；100 mg/L的氯代联苯由于能影响硅藻RNA的合成，因而它的生长也受到抑制。进入人体的多氯联苯，主要积累在脂肪组织及各种脏器中，1968年日本发生的米糠糖中毒事件，是多氯联苯对人体产生明显中毒的最早报道；③苯并[a]芘污染；苯并[a]芘等多环芳烃系有机物（如煤焦油、沥青等）在不完全燃烧条件下产生的，是一种强致癌污染物，对人体健康会构成严重威胁，环境卫生监测通常把环境中苯并[a]芘的含量作为环境致癌多芳烃类污染的重要指标；④农药污染：农药是品种众多、分布面广的环境污染物。按化学类别可分为有机氯农药、有机磷农药、有机汞农药、有机砷农药和氨基甲酸酯农药以及苯酰胺类农药和苯氧羧酸类农药等。大气中的农药会随气流循环，因此在从未使用过农药的南北极地区，也不可避免地受到滴滴涕一类农药的污染，悬浮于大气中的农药粒子，经雨水溶解和洗涤最后降落于地表。一般来说，水体轻污染主要来自土壤流失，重污染则由农药厂废液排人和洗涤施药工具等所造成。农药污染的危害，主要是农作物从土壤中吸收农药，并积累在农产品（粮、菜、水果等）中，通过食物链，危害畜牧和人体健康，还因农药杀害了有益生物，如鸟类、蚯蚓、青蛙等，破坏了生态系统，使农作物的收获间接遭到损失。

放射性污染 环境放射性的辐射源可分为天然辐射源和人工辐射源两大类。通过呼吸道、消化道、皮肤或黏液（包括伤口）进入人体。当环境受到核试验和核工业等污染之后，散放到自然环境中的一部分放射性核素，将通过不同的途径进入人体，从而诱发癌症，缩短寿命，对孕妇及胎儿乃至遗传产生影响。

weixian wuzhi

【危险物质】 指对人或物有危害的物质。当制造、处理、运输、贮存或使用这类物质时，能生成或释放出有损害性、刺激性、易燃性、爆炸性、腐蚀性、窒息性、毒性或其他危险性的粉尘、烟雾、毒气、油雾、蒸气或纤维，或大量电辐射等，从而伤害与其接触的人的健康，或对财物造成损失。

分类 各国以及一些地区性和国际性组织，都曾试图按固有危害性对物质进行分类。但目前尚无一个普遍适用的具体标准，所下的定义及使用的术语也各不相同。如政府间海事组织代表着62个国家的航运界，有海运危险货物条例，将危险货物分为九类，波兰法律规定七类，而香港1956年危险货物条例（分类）有九类。

联合国危险货物运输委员会建议，运输危险货物按下列分类：①爆炸物；②被压缩气体、压力下液化或溶解气体；③可燃液体；④可燃固体；⑤氧化剂、有机化合物；⑥毒性（有毒）及损害性物质；⑦放射性物质；⑧腐蚀性物质；⑨杂类危险性物质。

国际劳工组织(ILO)化工委员会在其关于危险性处理和使用建议中，推荐分为下列六类：爆炸危险、着火危险、腐蚀危险、中毒危险、放射性危险及氧化剂，许多国家采用了ILO的分类方法。

欧共体(EEC)将各种物质危害分为物理性危害、生物性危害和环境性危害，具体为：

1. 物理性危害：爆炸、氧化、易燃；

2. 生物性危害:剧毒、有毒、有害、腐蚀性、刺激性、致癌、致变、致畸;

3. 环境性危害。

若待投放市场的某些物品具有上述一类或者多类危害,则该物品的包装上必须加上标志,标志上带有有关危险符号、说明该特定危险的标准语句,以及有关安全使用该物品的建议。

物理性危害

爆炸物 这类物质是指在火焰作用下会发生爆炸的,或对震动和摩擦比二硝基苯更为敏感的物质或配置品。它们不仅包括爆炸物本身,而且还包括一些例如敏感金属盐类的物质,它们本身或在某些混合物中,或当它们受热、碰撞或摩擦时,即可引起爆炸,通常随之而来的是火灾。某些物质由于其结构内部的化学变化(如自动氧化),无明显的外界影响也可引起爆炸。

氧化物 是指在与其他物质,特别是易燃物质接触时,会产生高热反应的物质或配制品。目前,还没有一种公认的标准方法可测定某一物品是氧化物。把某一物品归为此类,是以其活性组分的氧化性为依据的,如在此类氧化物类中纳入爆炸物类的有机过氧化物。

易燃物 (1)极度易燃物:极度易燃物是指闪点低于0 ℃,沸点低于或等于35 ℃的物品。(2)高度易燃物:这类物质包括:①在环境温度、且不加任何能量的情况下,与空气接触即会发热,最后着火的物质或配制品;②与火源短暂接触即易着火,且火源移开后仍继续燃烧或烧尽的固体物质或配制品;③闪点低于21 ℃的液体物质或液体配制品;④在常压下易燃的气体;⑤与水或湿空气接触后即释出达危险量的高度易燃气体的物质或配制品。(3)易燃物:易燃物是指闪点为21 ~55 ℃的液体物质或配制品。

生物学危害

有毒和有害物质 被人们吸入、摄入或侵入皮肤后可能造成下列后果的物质或配制品:①急性的或慢性的极度严重损害健康、有时甚至会致死的,属"剧毒品"类;②急性的或慢性的严重损害健康、甚至会致死的,属"毒品"类;③对健康有一定限度危害的,属"有害物"类。确定物质类别的准则,是根据下表中的参数,通过测定该物质内急性中毒的程度而制定的。

欧洲经济共同体(EEC)和美国国家标准协会(ANSI)的剂量值

类　别	LD_{50}大鼠经口吸收 (mg/L·4h)		LD_{50}大鼠或兔经皮吸收 (mg/L·4h)		LD_{50}大鼠经吸入吸收 (mg/L·4h)	
	EEC	EEC	EEC	ANSI	EEC	ANSI
剧毒品	25	50	50	200①	0.5	2②
毒　品	25 ~200	50 ~500	50 ~400	200 ~1 000	0.5 ~2	2 ~20
有害物	200 ~2 000	400 ~2 000	2 ~20			

注:LD_{50}表示单位重剂量(mg/kg),此剂量具有使试验动物中的50%致死的作用。①在24小时内;②在1小时内。

腐蚀性和刺激性物质 腐蚀性物质为与活组织接触即能将其破坏的物质;刺激性物质或制剂是指与皮肤或黏膜作短暂的、长时间的或反复的接触后造成皮肤或黏膜炎症的物质。受腐蚀性物质侵蚀的后果是深度坏死,而与刺激性物质接触,其作用是表面性的。但是,要在腐蚀物质与刺激性物质之间划一条界限并不容易。

致癌物质 被人吸入、摄入或渗入人的皮肤内,可能诱发癌症或增加癌症发病率的物质。

致变物 对这类物质,欧洲经济共同体未下定义,"致变"一词仅能定义为能诱发生物活性的物质或作用剂。这种作用于细胞、细菌或其他一些更复杂的有机体的活性对人体是否产生影响,是否具有不良后果,目前尚不能确定。但应该把这种活性看作是危险的,并应采取措施限制职业性暴露,加强研究以确定这类物质的危险性。

致畸物 能影响胎儿致畸的物质或制剂。

环境性危害 欧洲经济共同体把凡是使用后会对环境立即或迟缓地造成危害的物质或制剂均归属此类。为了评估某一产品对环境产生的危害程度,必须对该物质做出总的评价,这种评价应考虑物质固有的危害性、接触的数量、最终去向、向环境扩散的程度、分解后产生的物质的性质以及可能涉及的代谢作用。

除净化和回收外,预防环境性危害的最佳措施是,确保向所有把这类物质排入环境的人员或使用这类物质的人员提供充分的信息,并对他们进行教育。

baozha wuzhi

【爆炸物质】 受高温、摩擦、冲击等作用或受其他物质激发,能在极短的时间内发生剧烈化学反应,放出大量气体和热量,同时伴随有巨大响声物质。爆炸也可以由于机械能或核能的释放而引起。

爆炸物质一般具有以下特性:①化学反应速度快。可在万分之一秒或更短的时间内反应爆炸;②能产生大量气体,在爆炸瞬间,固态爆炸物,迅速转变为气态,使原来的体积成百倍的增加;③反应过程中能放出大量热。一般可以放出数百或数千兆焦耳的热量,温度可达数千摄氏度并产生高压。高温高压能形成冲击波,使周围建筑、设备受到破坏。

任何易燃性粉末、蒸气或气体，若混入空气或其他助燃性物质，在适当的条件下，被引燃时就发生爆炸。爆炸性易燃物质有：①细粉粒易燃固体，包括某些金属粉尘或粉末；②易燃液体的蒸气；③易燃气体。

这类物质的爆炸须具备三个前提条件：①易燃物质；②空气或其他助燃物质；③引火源或高于燃点的物质。

爆炸极限 可溶性液体的蒸气、可燃气体、粉尘或纤维与空气混合时，接触火源能发生爆炸的浓度范围。爆炸极限通常用可燃气体、蒸气、纤维尘或粉尘在空气中的体积分数来表示。

可燃气体、蒸气粉尘或纤维同空气混合，能够产生爆炸的最低浓度为爆炸下限；发生爆炸的最高浓度为爆炸上限。如汽油的爆炸极限为1.0%～6%，乙炔的爆炸极限为1.53%～82%。在空气中可燃物质低于爆炸下限时，遇到火源也不能产生燃烧和爆炸；如高于爆炸上限，遇火源虽不能爆炸，但却能够燃烧。

爆炸极限是衡量物质火灾爆炸危险性的重要指标。爆炸下限越低，爆炸极限范围越宽，则危险性越大。爆炸极限也说明制定防护措施的必要性。

爆炸物质的分类 表1是按美国《国家消防规范》对爆炸物质的分类。

表1所列的分类表明，许多物质在生产和使用过程中，会伴随有严重的爆炸危险。而这些物质在工业上的使用却十分广泛。当然，爆炸危险也存在于许多工业生产中。表2所示是某些存在严重爆炸危险的主要工业部门。

爆炸防护 防爆措施主要是防止易燃混合物的生成和排除引燃能源。

可燃混合物 特别是在房间或建筑物内进行危险的操作时，预防粉尘、蒸气或气体与空气形成爆炸混合物是必要的。根据各自情况，采用良好机械通风设备，用有效的粉尘收集系统防止粉尘、蒸气和气体的逸出，加入某些合适的惰性物质（例如岩石粉末或惰性气体），可以防止爆炸混合物的形成。当灾害是由粉尘爆炸引起时，还要预防二次爆炸。

引火能源 在有可能存在爆炸性物质的场所，消除大气中的引火能源是极为重要的。最常见的引火能源之一是明火，例如煤气喷灯、吸烟的疏忽等。在危险区应禁止使用明火或无罩灯。灼热的物质也是常见的引火能源。其典型实例是对容器维修时使用灼热的铆钉，而容器内可能有易燃液体的蒸气存在，由这种情况导致的危险必须避免。在操作之前，必须清除容器内的液体，并加以彻底清洗。当容器中残存有可燃物质时，若在修理过程中容器受热，如用氧乙炔焊接或用火焰切割时，则会引起毁灭性的爆炸。

表1 爆炸物质按压力增长速率的分类

A类物质（压力增长速率较低）		B类物质（压力增长速率中等）	C类物质（压力增长速率较高）	
金属粉尘	混杂粉尘	金属粉尘或粉末	聚乙烯	金属粉尘
锑	无烟煤	铁(羰基、电解或氢还原的)	聚苯乙烯	铝
镉	炭黑	锰	尿素树脂	压模铝
铬	咖啡	锡	尿素蜜胺树脂	镁铝合金
铜	焦炭，低挥发性的	锌	乙烯基丁缩醛	钛
铁(不纯)	石墨	蒸气	混杂粉尘	锆
铅	皮革	二氯丙烯	烟煤	某些金属氢合物
钨	茶叶	谷物、香料等的粉尘	软木钙	蒸气和气体
蒸气		可可粉	木质磺酸	丙酮
1,2-二氯乙烷		谷物粉尘和面粉	氧茚，茚	甲乙酮
		混合的谷物	糊精	醚
		米	木质素	醇(甲醇、乙醇)
		大豆	褐煤	异丙醇和丁醇
		香料	泥煤	碳氢化合物
		发粉	粉末状的药品	汽油
		塑料粉尘	除虫菊	乙炔
		醋酸纤维素	虫胶	乙烯
		甲基丙烯酸甲酯	硅	氢
		酚甲醛	硫	
		邻苯二甲酸酐及其树脂	钨	
			木粉	

表2 主要工业中的爆炸危险

工　业	爆　炸　危　险
木材加工	来自砂磨机的木尘等
油类、脂肪和蜡类加工	不饱和油类(碳水化合物)
固体和液体燃料加工	煤粉、碳氢化合物和醇类
蜡克和清漆	醇类、酯类、醚类、甘油以及石油醚、萘
黏胶人造丝	二硫化碳
橡胶	苯和其他芳香烃类
制药	醇类、醚类、酯类、不稳定物质、粉末药物
碱和重化学品	氢
塑料	甲醛、熔剂、硝化纤维
金属喷漆	铝粉
造纸	纤维素材料、挥发性溶剂
印刷	油墨溶剂
油毡	软木和木屑、不饱和油和石脑油
纺织	用油类防水
	用可燃橡胶和塑料溶液涂覆
漂染	去除油脂用的溶剂,如苯

物质的自发热也常常会引起严重的爆炸危险。为控制这些危险,在对该物质进行加工的整个过程中,应进行密切观察,以视其有无任何明显的升温现象。在此应予强调的是,必须要有适当的良好的管理制度,以防止垃圾和破油布的堆积。

若在电路中使用普通开关,则每当接通或切断电路时会出现火花;在电器设备中,由于运动部件的不均匀拉动和磨损,也会产生火花,如电动机中的绕组即是。因此,在易燃易爆场所,必须使用防爆式电气设备和防爆装置,例如当物料在管道中流动,或者当传送带和滑轮在转动时所产生的静电,也会在可燃大气中引起爆炸。为消除静电火花,应将传送带接地;若输送可燃性液体,则各容器需用连接线统一接地;而各个电驱动设备都要接地,以保持对地的等电位。此外,还应使大气保持润湿,这样会使许多物体上形成一层薄的湿膜。只要静电一产生,就会立刻被这些湿膜传导入地。放热的化学反应,将向四周释放热量,如果周围存在可燃性物质,则会由此引起爆炸。对于放热的化学反应,必须采取周密的防范措施,确保其不至于产生灾害。

物体之间的摩擦会产生热量,如果不能迅速逸散,则温度可以上升到足以引燃四周的可燃或爆炸性物品,为了防止这类危险,机械设备应采用合适的轴承,并要特别注意对磨损的机械部件进行维修和润滑。

爆炸控制　在一些生产过程中,不可能不出现可燃浓度,而且大工厂的引燃能源很多,形式多变,也不可能绝对保证所有引燃能源都能排除。即使按照科学预见而采取防护措施,仍有可能形成爆炸的条件。在这种情况下,防护措施应能对爆炸的扩散和破坏力起到限制作用,并要防止小规模的爆炸发展成为大爆炸。有时,爆炸发生在厂区某个区域并不产生破坏作用;然而,对此一定要防止爆炸扩展到一些会造成伤亡或破坏的其他区域。在全厂应当装设爆炸减压设施(如防爆门板、防爆片或排气口),以尽可能在靠近爆炸点处降低压力。如果这种设施同时装有阻气塞门(用于防粉尘爆炸)、火焰消除器(用于防止气体和蒸气爆炸),则就可防止爆炸扩散到整个工厂,从而也可防止爆炸向更大的规模和烈度发展。

在某些情况下,必须对加工处理爆炸时压力升高极快的物质的车间加以围筑和隔离。这种防护措施已在铝、镁粉制造业中采用。而处理易爆性不稳定物品的工厂,也应采取这种措施。这种围筑工程应具有坚固的结构和充分的防爆能力,而且还必须与其他建筑相隔离。这样,即使所采取的控制措施失效,也可将造成的破坏减小到最低程度。

yanghua
【氧化】　氧和其他分子化合的反应过程,也是物质失去电子的过程。燃烧是一种完全氧化过程。化学工业所指的氧化反应是指以生产化工产品为目的的氧化过程,所以主要是不完全氧化反应,又称选择氧化。

氧化剂　常用的含氧化合物氧化剂有高锰酸钾、重铬酸钾、三氧化二铬、过氧化氢、氯酸钾或有机过氧化物等。这些氧化剂在反应过程中能释出新生态氧,新生态氧远比氧分子活泼,在缓和条件下于液相中即可起氧化反应。

氧化反应的安全措施　一些强氧化剂,如高锰酸钾、铬酸酐、氯酸钾等具有很强的氧化性,遇高温或受撞击以及与有机物、酸类接触,能引起燃烧或爆炸,对此要特别小心。在用空气和氧作氧化剂时,反应物料的配比应控制在爆炸范围之外。空气进入反应器之

前,要经过净化,清除空气中的灰尘、水汽、油污和可使催化剂活性降低或中毒的杂质,以保持催化剂的活性,减少着火和爆炸危险。

氧化反应开始进行一般需要加热,随后又放出大量的热,易出现配比失调和控制不当。有的氧化反应的生成物是危险物质,如乙醛氧化成醋酸,可能生成过醋酸,这种物质很不稳定,受高温、摩擦或撞击会分解或燃烧。因此要注意控制流量、温度,防止超温超压和混合气体处于爆炸范围。为了防止反应器在爆炸时危及人身和设备安全,在反应器前后管道上要安装阻火器,阻止火焰蔓延和回火,使其不致影响其他系统。为了防止爆炸,反应器应有泄压装置。尽可能采用自动控制或调节,以及报警联锁装置。使用硝酸、高锰酸钾等氧化剂时,要严格控制加料速度,防止多加、错加。固体氧化剂要粉碎后使用,最好呈溶液状态,反应过程中要不断搅拌。

氧化无机物的反应,如用氯酸钾生产铁颜料时,应控制产品烘干温度低于燃点,在烘干之前用清水洗涤产品,将氧化剂清除干净,防止未反应的氯酸钾引起已烘干的物料着火。有些有机物的氧化,特别是在高温下的氧化反应,在设备及管道内可能产生焦状物,应及时清除掉以防自燃。

huanyuan

【还原】 指无机物分子中的原子、离子增加负电荷(或化合物价降低),或者有机物分子中增加氢原子、减少氧原子的反应。

还原剂 氢气是最常用的还原剂,还原反应常常要在催化剂并具一定压力下进行,对设备和安全技术要求较高。其他还原剂主要有:①铁粉:铁粉是弱还原剂,在含有盐类电解质的水介质中,可使硝基、亚硝基还原为氨基,而卤素、烯基不被还原。铁粉还原虽然工艺简单,但生成含氨废铁泥和含氨废水,需要处理;②锌粉:在酸性介质中,锌粉是强还原剂,可用于还原硝基、亚硝基、腈基、羰基等多种官能团;③连二亚硫酸钠,俗称保险粉。是在碱性介质中使用的强还原剂,但价格较贵,主要用于染色,将还原染料还原为隐色染料。在精细化工中用到的其他还原剂还有锡、氯化亚锡、水合肼、甲酸、甲酸-叔胺加合物以及碱金属阳离子与硼(或铝)复氢阴离子形成的复氢化合物。

安全保护措施 对于有氢气存在的还原反应,其危险是氢气的爆炸。氢气的爆炸极限为4%~75%。催化加氢过程大都在一定的温度压力下进行,如操作失误或设备内泄漏出氢气与空气形成的混合物,遇火源就会爆炸。所以要严格控制还原反应的温度、压力和流量;这种厂房内的电气设备必须符合防爆要求,不宜在房顶敷设电线及安装电线接线箱;厂房通风要好,采用轻质屋顶,设置天窗或风帽,使氢气及时逸出;反应中产生的氢气要用排气管导出屋顶,经阻火器向外排放;加压的设备要安装安全阀,反应中压力增加的设备要装爆破片;在车间内安装氢气检测和报警装置。雷内镍吸潮后在空气中会自燃,使氢气与空气的混合物发生爆炸。所以,用雷内镍来活化氢气进行还原反应时,必须先用氮气置换反应器内的全部空气,经检测氧含量符合要求后才通入氢气。反应结束后,先用氮气把反应器内剩下的氢气置换干净,才能开盖出料,以免外界空气与氢气混合,在雷内镍引发下发生燃烧、爆炸。雷内镍要贮存在酒精中,钯炭回收时,用酒精及清水充分洗涤,过滤抽真空时不能抽得太干,以免氧化着火。

使用保险粉作还原剂时,要注意保险粉遇水发热,在潮湿的空气下分解析出硫,硫蒸气受热会自燃。保险粉本身受热到190 ℃也会有分解爆炸的危险,所以要注意保存保险粉,防止受潮,用水溶解时,要注意控制温度,在搅拌的情况下将保险粉分批加入水中,待溶解后,再与有机物接触进行还原。

使用硼氢化钾做还原剂时,要注意硼氢化钾(钠)是一种遇水燃烧的物质,在潮湿的空气中会自燃,遇水和酸就分解出大量氢气,并产生高热,可使氢气燃烧、爆炸。所以硼氢化钾(钠)要贮存在密封容器内,放在干燥处,防水防潮并远离火源。在操作中,调节酸、碱度时要认真仔细,防止加酸过快、过多。

banshuaiqi

【半衰期】 原子衰变一半所需的平均时间间隔,称为半衰期。

化学反应的半衰期 半衰期是描述化学反应进行速度的一个理想的方法。在一级反应中,时间和速率常数之间的关系为:

$$k = \frac{2.303}{t}\log\frac{C_0}{C}$$

式中 C_0 为初始浓度,C 为 t 时刻的浓度。在一级反应中半衰期的表达式为:

$$t_{1/2} = \frac{2.303}{k_1}\log\frac{1}{1/2} = \frac{0.693}{k}$$

从上式可知一级反应的半衰期与反应的速率常数 k_1 成反比,而与反应物的起始浓度无关,对于一个给定的反应,$t_{1/2}$是一个常数,这是一级反应的一个特点,据此可判断一个反应是否是一级反应。但在二级反应中,半衰期与一级反应不同:

$$k_{1/2} = \frac{1}{2k_0 a}$$

可见它与反应物的起始浓度成反比,二级反应的速率常数 k_2 的量纲为[浓度]$^{-1}$·[时间]$^{-1}$,这是二级反应的特点。三级反应的半衰期则与反应物起始浓度的平方成反比:

$$t_{1/2}=\frac{3}{2k_3a^2}$$

而零级反应的半衰期与反应物起始浓度成正比：

$$t_{1/2}=\frac{a}{2k_0}$$

放射性衰变的半衰期 在单一的放射性衰变过程中，活度减少到原有值的一半所经历的时间，用 $T_{1/2}$ 表示。它是放射性核素性质的特征值，1904 年由 *E.* 卢瑟福提出：

$$T_{1/2}=\frac{0.693}{k}$$

式中 k 为衰变常数。由于是指数衰减，经历两个半衰期后活度（或原子数）减少为原来的 1/4，而不是零。各种放射性核素的半衰期长短不同，例如钋的半衰期为0.3 μs，铋的半衰期为 2.1×10^{15} 年，相差 10^{29} 倍。对中等长度的半衰期（1 分钟～1 年），可以通过测量试样活度衰减过程，然后利用数据作图计算得到；对于长半衰期（$T_{1/2}>1$ 年）可以利用子体的平衡活度、比活度等方法进行测定；对于短半衰期（$T_{1/2}<1$ 分钟）可以用轮转法、飞行时间法、延迟符合法等测定。

理论上放射性核素的活度（或原子数）只是经历无限长时间后才变为零。实际上经过 7 个半衰期，活度就降低为原来值的 $(1/2)^7=1/128$，一般可以忽略不计。

dingliang fenxi

【定量分析】 定量分析是分析化学的一个分支学科，它包括对化合物或混合物组分的相对比例的测定。

分类 定量分析的分类依据不同的角度可有多种分类形式，这在很大程度上取决于被分析物质的性质。按照分析测定步骤中所用的实验方法不同，可分为：重量分析、容量分析、热分析、电化学分析、色谱分析、光化学分析以及各种各样的物理分析方法。

重量分析 指将物质各组分分离后测定其质量的分析方法，它与容量分析合称为经典化学分析方法。例如，欲测定一种水溶液中的某离子的含量，可在适当条件下将其中欲测的离子转变为溶解度极小的物质而定量析出，再经过滤、洗涤、干燥和灼烧成为有一定组成的物质，冷至室温后称量，即可测出离子的含量。

容量分析 又称滴定分析。此法将一种已知浓度的试剂溶液加到被测物质的试液中，根据完成化学反应所消耗的试剂量来确定被测物质的量。该法方便、迅速、准确，特别适于常量组分测定和大批样品的例行分析。可进一步分为酸碱滴定分析、络合滴定分析、氧化滴定分析、沉淀滴定分析、非水滴定分析、电位分析、电导分析等。

电化学分析 是建立在溶液的电化学性质基础上的分析方法，溶液的电化学性质（如电极电位、电流、电导等）与化学性质（电解质溶液的化学组成、浓度、氧化态与还原态的比率等）之间存在一定的关系，电化学分析法利用这些关系把测定物质的浓度转化成一种电学参量加以分析测量。

热分析 在温度程序控制下，测量物质的物理性质（参数）随温度变化的一类技术。最常用的热分析方法有：差热分析（DTA）、热重分析（TG）、热机械分析（TMA）、示差扫描量热分析（DSC）等，热分析技术在物理、化学、化工、冶金、地质、建材、燃料、食品、生物等得到广泛应用。

色谱分析 利用欲分离的诸组分在体系中两相的分配有差异（即分配系数或吸附等温线不同），当两相作相对运动时，这些组分随着移动可反复进行多次的分配，组分的分配系数虽然只有微小差异，在移动速度上却有很大的差异，于是这些组分得到分离。应用这样的技术，还可以测定物质的一些物理性质。根据流动相和固定相的不同，色谱法可分为气相色谱法和液相色谱法。

此外，还有广泛应用的各种光化学方法（如折光法、紫外－可见分光光度法、荧光分析法），还有红外光谱和核磁共振谱法，后两种方法都可选择某个特征性基团，根据其峰值大小与标准样品比较，进行定量测定。质谱法在测定一些石油馏分的烃类组分方面时常应用。

定量分析的另一分类方法是以所用试剂的多少为区分基础。分析方法的样品的取样范围列于下表。

样品取样范围与分析方法的分类

方法名称	样品的大约取量
常量分析	0.1～1 g（10^2～10^3 mg）
半微量分析	1～10 cg（10～10^2 mg）
微量分析	1～10 mg
超微量分析	10～1 000 μg（10^{-2}～1 mg）

定量分析也可分为直接分析和间接分析。如果反应有确定的计量关系，完全度高，速度快，又有适当的方法确定滴定终点，最好采用直接分析。如在直接的重量分析法中，将待测组分转化为一定的已知组成的化合物，然后称重；在直接的容量分析法中，待测样品的含量系由测量与组分完全反应的已知浓度的试剂体积而求得待测组分的含量。不宜于用直接分析的场合，可采用间接分析法。如在间接的重量分析法中，先称量包含待测组分的混合物重量，然后将其全部或部分地转化为已知组分的其他物质或混合物，再进行称量，根据所得数据建立方程算出待测组分的含量；在间接的容量分析法中，定量加入超过与待测组分反应所需的试剂量，然后用滴定法测定过量的添加试剂，待测

组分的试剂量由两者之差确定。

定量分析中的校准 由于定量分析的准确度取决于物料的性质和所含杂质的性质和含量，因此常需进行未知物适用范围的方法校准。有两种主要方法，在校正因素方法中，选取一个不含待测组分，但含有给定试样中的其余组分的样品进行操作，所得数据即为未知物结果的校正数据。在合成样品法中，将未知样品和一个与其性质相同、含量相近、并加入已知量的待测组分的样品，平行进行操作，由合成样品得到的数值与未知样品的任何差异用以校正未知物的分析结果。

yuansu fenxi

【元素分析】 对分析物质中所含的元素进行鉴定和检测。分析结果显示出含有哪些元素，不含哪些元素，进而给出物质的组成（如实验式、分子式）和含量。它大致可分为无机元素分析和有机元素分析，每种分析方法又可分为定性分析和定量分析。

无机元素分析 对无机物样品中所含的元素及含量进行的分析方法。由于无机物大多是离子型化合物，或可溶于极性溶剂中生成离子，对其分析主要是借助离子反应来完成，因此无机元素分析实际上是离子分析。可分为无机定性分析和无机定量分析，也可分为干法和湿法，干法是在固体之间进行，例如焰色反应、珠熔试验、粉末研磨法、原子发射光谱等。湿法则是在溶液中进行分析测定，这也是分析的主要方法。还有其他的划分方法，如系统分析和分别分析，系统分析即按一定的步骤和顺序将离子加以分析逐步鉴定或分离的方法，分别分析是利用特效试剂对某一离子进行鉴定的方法。还可划分为常量分析、微量分析、超微量分析等。

定性分析 识别和鉴定纯组分或物料中所含元素成分的分析方法。它常在定量分析之前进行，为元素定量分析提供有用的信息。

方法 首先进行方法的设计，然后通过一系列的试验来实现方案。如果试验结果与预期的相符，称为得到一个正试验，或称试验呈阳性，也就是说某组分在试样总是存在的；反之，得到一个负试验或试验呈阴性，表示某组分不存在。组分存在与否的根据是：

1. 物质的物理性质，如颜色、臭味、相对密度、硬度、焰色、熔点、沸点、溶解度、光谱、折射率、旋光性、磁性、导电性能、放射性、晶形等，有时可利用放大镜获得物质组分的重要线索；

2. 物质在起化学反应时，特征颜色、荧光、磷光的出现或消失，沉淀的生成或溶解，特征气体和特征臭味的出现，光和热的产生等；

3. 生物学现象，例如只要存在痕量的某些重金属元素，就能促进或抑制某些微生物的生长；也可以利用酶的特殊选择性去检出物质，如尿素酶能使尿素分解为二氧化碳和氨，但不与硫脲、甲基脲、胍作用。

步骤 对样品元素进行分析的一般步骤有以下几步：

1. 试样的观察和准备：通过物质的外观如颜色、晶形等得到样品的基本信息。然后进行均化、溶解或熔融，为下一步的分析进行准备。

2. 初步试验：常见的试验有焰色试验、灼烧试验、溶解试验等。焰色试验是根据有些元素可以使无色火焰呈现出特征的颜色，如钠的焰色为黄色，钾的焰色为紫色等。灼烧试验是将样品放在一段封闭的玻璃管中进行灼烧，根据灼烧所产生的气体、颜色变化、升华等现象，可提供一些参考用价值的参考信息。溶解性是利用试样在溶剂水、盐酸、硝酸、王水等溶解得到的结果对样品中所含元素成分进行初步判断。

3. 阳离子分析：阳离子分析可按系统分析或分别分析法进行。究竟采取哪一种方法更为有利，这同试样的外表观察及初步试验结果有关。如果所得初步结果已经把可能存在的离子范围划得很小，那么采用分别分析更为简捷；相反，试样的成分复杂，那么采用系统分析也是很合适的。无论采用哪种方式进行分析，最好都要先做各组是否存在的试验，即按加组试剂的条件，依此进行检验，这样有可能把某一组整组排除，从而大大节省时间和精力。

4. 阴离子分析：阴离子分析一般在阳离子分析之后进行。因此，在分析阴离子时有可能充分利用阳离子已经得出的结论，对各种阴离子存在的可能性做出推断，例如，从已经鉴定出的阳离子以及试样的溶解性出发，可以推断某些阴离子的第二组不能存在；如果这个水溶液不呈酸性，则第一组的大部分也不能存在。

5. 分析结果的判断，对试验结果及分析进行综合，得到样品的元素组成信息。

定量分析 对所测试样中所含的元素的含量进行测定，其基本原理是化合物发生氧化、分解等反应，定量地产生可用容量、重量、测气体体积等方法测定的产物。定量分析的方法除经典的重量分析、容量分析和比色法外，也广泛应用各种光化学方法（如折光法、紫外－可见分光光度法、荧光分析法）、电化学分析法（例如电位分析法、库仑分析法、极谱法和伏安法），其中库仑分析法可在电极上产生与样品反应的某些化合物，并易于自动化。

有机元素分析 可分为有机元素定性分析和定量分析。由于有机物各元素原子大多以共价键相结合，因此分析前需将元素转化为离子，再用无机方法进行鉴定，所以，有机元素分析常常包括破坏和测定两部分。

定性分析 其目的是检定样品中含有何种元素，根据其所含有的元素，推断可能含有哪些官能团，从而

选择适当的官能团定性方法。在有机物中都含有碳和氢,常用的元素除碳、氢、氧外,还有氮、硫、卤素,有时亦有其他元素(如磷、砷、硅等)。定性分析的结果不仅能提供关于有机物的组成和鉴定方法的信息,而且在结构分析中对质谱法、红外光谱法、紫外光谱和核磁共振图谱的解释是不可缺少的。定性分析通常分两步进行:先使有机物分子破坏,变成无机离子;然后用适当的试剂或仪器分析方法检验生成的无机离子。通常破坏有机物都是应用较强的试剂,因此,对于试样的本性要有初步的了解,例如有无爆炸性或剧毒,以便采取适当的防护措施。

分解样品的方法很多,有氧化法、金属熔融法等。最常用的方法是钠熔法和镁熔法,即将有机物与金属混合共熔,借助碱金属在高温下高效还原作用,结果有机物中的氮、硫、卤素等元素转变为氰化钠、硫氰化钠、卤化钠等可溶于水的无机物。然后再用适当的离子反应鉴定之。

氧瓶燃烧法是元素分析中一种常用的方法。除能进行硫、卤素的定量分析外,目前已推广用于有机物元素定性分析,特别是用于测定有机物中的磷、硼等其他非金属与金属元素。此法比钠熔法优越之处是样品用量少,且能定量地分解;燃烧后的氧化产物可用适当的吸收液吸收,且无需过滤等操作即可直接进行元素鉴定,便于操作;对于氮元素的鉴定很顺利。

定量分析　其目的是测定未知物中各种元素的百分含量,通常测定的元素有碳、氢、氮、卤素和硫等。有元素的百分含量可求出高化合物中各元素的组成比,从而得出实验式。继而用所测得的分子量求得分子式。

youji fenxi

【有机分析】　研究有机化合物分离、鉴定、含量的测定和分子结构的方法的一门学科,是同属于分析化学和有机化学的一个学科分支。

发展简史　早在19世纪人们就已通过元素的测定来研究化合物的组成,至今已有一百多年的发展历史。法国科学家盖·吕萨克和捷纳特同时在1800年提出了第一个元素定量分析方法——碳氢分析法,1814—1817年间,贝齐里乌斯对碳氢分析法进行了改进,成为碳氢分析的奠基者,1831年杜马设计了第一个定氮方法,1860年以后卡里乌斯研究了测定硫、卤素和磷等的方法,1883年基尔达发表了定氮的方法。至此,元素定量分析法已初步形成。本世纪初,由于天然有机物质的研究蓬勃兴起,迫切需要采用微量的分析方法来研究天然有机物质的组成和结构,1919年奥地利科学家普莱格尔创建了碳氢元素分析法。20世纪40年代以来,又相继建立了电泳法和各种色谱法,可以分离和测定微量级的样品。许多分析仪器,如紫外分光光度计、红外分光光度计、核磁共振仪、质谱仪等的发展,使过去无法进行的研究取得重大突破。有机分析正朝着灵敏、准确、特异、微量化、自动化方向发展。

有机分析的原理　元素定性分析是根据一个化合物在一个强烈的反映情况下,使其中所含有的元素变为离子型化合物,然后用鉴定离子的方法进行分析,如用金属钠或镁熔融则发生下列反应:

$$C,H,N,S,X \rightarrow NaCN,Na_2S,NaX,NaCN$$

元素定量分析是使化合物发生氧化、分解等反应,定量地产生可用容量、重量、气体体积等方法测定的产物。在官能团的定性分析中,是选择那些简单、迅速而又有明显结果的反应,如颜色改变、沉淀生成、气体放出等现象的产生而推断化合物是否含有某种官能团;官能团的定量分析是选择一适当的试剂使之与化合物中某官能团定量反应,生成易于定量测定的产物,诸如酸、碱、还原剂、水、气体等再进行测定,也可以在反应中测定消耗的这类物质来计算化合物的含量。

有机分析的一般步骤　对有机样品进行分析,一般也是先作定性分析,在定性分析的基础上,再选择适当的方法进行定量分析,然后再进行结构的测定。例如,一个化合物经过定性分析,知道它含有羟基和氨基后,才可以选择羟基和氨基的定量方法了解分子中羟基和氨基的个数,然后再测定分子的骨架和各基团的位置。当然,如果该化合物的结构较为简单,或者在文献上已有记载,则只要通过定性分析也有可能完全了解其结构。通常分析一个有机物的步骤有:①初始试验;②物理常数测试;③元素定性分析;④溶解度分组实验;⑤官能团定性检验;⑥查阅文献和制备衍生物;⑦元素定量分析和分子量测定;⑧官能团定量分析;⑨分子结构测定。

定性分析　用于鉴定未知物。①对于已知的未知物,可通过一些特效反应(如颜色反应、沉淀反应等)检查某些官能团或某种化合物是否存在,也可用溶解度分组法对样品进行系统分析,再根据各种物理、化学常数(如熔点、沸点、旋光性、折射率等)确证该未知物。化学方法所需样品量大、耗时也长。20世纪50年代以来,随着仪器分析化学的发展,大大提高了样品分析的范围,色谱、紫外光谱、红外光谱、核磁共振谱、质谱等通过未知物在这些仪器上给出的谱图,可以进行鉴定。最简便的定性分析方法是与已知物的标准谱图相对照,如果谱图完全相同,则为同一物质。②对于全新的未知物,则需要进行结构分析,采取常规的分析步骤进行鉴定,从而推出原始物的结构。由于各种谱图获得有关分子量、官能团、分子内部结构关系等信息,再与化学反应相结合,可在较短的时间内确定未知物的结构。

定量分析 包括元素定量分析和官能团定量分析，前者的目的是测定未知物各元素的百分含量，从而得出实验式和分子式。后者的主要目的有二：一是通过对样品中某种官能团的测定来推知样品中该官能团的百分含量或者一个分子中所含该官能团的数目；另一种目的则是通过混合物样品中某已知结构化合物的某一特征官能团的定量分析，来确定样品中该化合物所占的百分比。分析方法中包括物理方法和化学方法，近年来利用物理方法测定官能团的研究时见报道，例如利用红外光谱法测定羟基、羰基和酯等，核磁共振谱测定烃基和活泼氢等，质谱法在测定一些石油馏分的烃类组分方面时常应用。但是，由于化学分析法具有设备简单、便于推广、一般不需纯标准样品作对照等优点，化学分析法仍然是生产和科研中占有主要地位的方法。

由于有机物的同系物很多，会给分析带来干扰，因此在进行分析前首先要进行分离提纯，传统的分离手段（如结晶、蒸馏、升华、渗析等）依然是行之有效的方法，仪器分析方法的扩展，给分离带来更大的方便，如气相色谱法、薄层层析、高效液相色谱法，均能对一些复杂的混合物进行测定。色谱法本身就是一种分离方法，但可与多种检测器连接，给出定量结果，样品量可少到毫克或微克级，所以被广泛采用。色谱仪与其他仪器（如质谱仪、红外仪）的联用，可以将多种仪器的优点结合起来，进一步提高鉴定和分离的可能性。

目前化学的发展十分迅速，已知的化合物超过千万，而且每天以数千种新化合物的速度增长，其中绝大部分是有机化合物，它们涉及到国民经济的各个方面，如石油化工、塑料、树脂、炸药、农药、洗涤剂、纺织、印染等，只有大力发展有机分析才能解决有关的基础理论和实际生产问题。

wuji fenxi

【无机分析】 指研究无机化合物的分离、鉴定和含量测定的方法的一门学科，是分析化学和无机化学的一个分支。

无机分析和有机分析在基本原理上有许多共同之处，在有机分析中往往把有机化合物用燃烧、氧化、熔融或其他化学方法转变成无机物，然后再用无机分析的方法进行分析。但由于有机物的结构和性质的特点不同于无机物，因此分析时必须考虑这一特点。两类分析主要有以下差别：①对于无机物的分析，主要是测定样品中元素的组成和含量，而有机分析不仅要测定其组成，还要对官能团及分子的结构进行测定；②无机化合物通常是离子化合物，具有熔点高、难挥发，可溶于极性溶剂中生成离子，对它们的分析主要借助于离子反应，故无机分析即离子分析。而有机物大多为共价结构，一般熔点低，易挥发，遇热易分解，在溶液中不电离，以分子的形式存在，且以分子形式相互反应，反应速度较为缓慢，反应机理较复杂，副反应多，因此在选择分析方法时必须充分考虑这种因素的存在。

无机分析可以根据不同角度划分为不同的类型，如分为无机定性分析和定量分析，无机化学分析和仪器分析，常量、半微量和微量分析等。

无机定性分析 其任务是鉴定物质中所含有的组分，即元素或离子。以化学方法为基础的定性分析是依据物质的化学反应，如果反应是在溶液中进行，这种方法称为湿法；如果反应是在固体之间进行的，这种方法则称为干法，如焰色反应、熔珠反应、粉末研磨法、原子发射光谱法等都属于干法。

1. 反应条件的选择：定性分析中所用的化学反应包括两大类型，一类是用来分离或掩蔽离子，另一类是鉴定离子。对前者的要求是反应进行得彻底，有足够的速度，用起来方便；对后者的要求是不仅要完全、迅速，而且要有外部特征。这些外部特征是：①沉淀的生成或溶解，例如，在 Cl^- 的试液中，加入 $AgNO_3$ 试剂即有白色沉淀生成，在沉淀上加入氨水后，沉淀即溶解，利用这一反应可鉴定 Cl^- 的存在；②溶液颜色的改变，例如在有 Fe^{3+} 存在的试液中，加入 NH_4SCN 试剂后溶液即呈血红色，可判定有 Fe^{3+} 的存在；③气体的排出，根据反应中产生的气体的颜色、气味或产生的气体与一定试剂的反应，以检出某种离子。例如，将稀硫酸加入到含有 S^{2-} 的试液中，则排出有臭味的 H_2S 气体，由此判定 S^{2-} 的存在。同时还必须考虑反应物的浓度、酸度、温度、溶剂和干扰物质的影响。

对于同一种离子，可能有几种甚至多种不同的鉴定反应，评价这些反应可以从不同的角度去进行，通常使用的指标是灵敏性和选择性。一个理想的分析试验应选择分辨率较好、灵敏度和选择性高的作为鉴定反应。分辨率是指反应时出现的现象和生成的产物是否容易辨认。只有少数几种物质能起同样响应的试验称为选择性高的试验，所用的试剂称为选择性高的试剂。如果只有一种物质能与某种试剂发生作用，则称该试剂为专一性试剂，该试验称为专一性试验。但只有在一定条件下，专一性试验才显示出它的专一性。反映试验的灵敏性的方法有：①检出限度或鉴定极限，指能得出正试验的物质绝对质量；②极限浓度，指物质能显示一个正试验的最低浓度（质量/体积，常以 μg/mL 计）；③稀释极限，指稀释到什么程度才能给出一个正试验（常以 1 比若干来表示）。

2. 定性分析的一般步骤：各种定性分析的一般步骤大体上包括以下五个方面：

（1）试样的外观观察和准备。试样的外观观察主要是对试样的组成和颜色特征进行分析。分析试样的要求是组成均匀，易于溶解或熔融，因此分析前需对样

品进行必要的准备；

(2)初步实验常见的有焰色试验、灼烧试验、溶解性试验等；

(3)阳离子分析。阳离子的分析可按系统分析或分别分析法进行，无论采用哪种方式进行分析，最好都要先做各组是否存在的试验，即按加组试剂的条件，依次以 HCl、H_2S、$(NH_4)_2S$ 等检验，这样有利于节省时间和精力；

(4)阴离子分析。阴离子分析一般应放在阳离子分析之后进行，并充分利用阳离子分析中已得出的结论，对各种阴离子存在的可能性作一一判断。例如，在选择制备阳离子分析试液的溶剂时，顺便可以观察到试样加酸时有无气体放出，其气体性质如何等，对阴离子分析有重要参考价值；

(5)分析结果的判断。即对观察、试验、分析得来的资料进行综合，对试样的组成加以确定。

3. 分析要求：

(1)试样必须要有代表性，同时要注意试样来源和所要求的项目。例如在分析金属材料的表面镀层时，不应取基体部分作为试样。毫克量和微克量试样要用微量或微损分析方法；

(2)所选方法应尽可能操作简单、迅速，分析步骤少，避免引入干扰物质；

(3)所用仪器要以普通仪器为主；

(4)各种方法都具有优缺点，如干法分析比较简单，但应用范围较窄。原子发射光谱非常灵敏，可以检出多种元素，但不能确认该元素以什么形态存在等，因此要根据具体要求和实验室的具体设备条件选择分析方法；

(5)在检测各组分的同时，还必须从分析过程中的现象来估计组分的大致含量，即它是主量、中等量还是痕量等。例如，只说某种物料中含有铁、铝、钛、硅，其分析结果无多大意义，无法对此物料的属性作出准确的判断。

分离和富集方法 虽然有不少灵敏的和选择性高的方法，但是如果欲测元素的浓度接近于或低于方法的下限，则富集仍不可避免。富集的方法很多，如升华、挥发、蒸馏、吸附、色谱法、共沉淀、共结晶、选择溶解、溶剂萃取、离子交换等。

在检出或测定之前，常常需要使欲测物质与干扰物质彼此分离。重要的分离方法有蒸馏、溶剂萃取、离子交换、电渗析、沉淀、电泳等，大都与富集方法相同。富集可认为是提高浓度的分离方法。

隐蔽作用虽不是分离，但其作用使离子失去其正常性质，即令该离子以另一种形式存在于反应体系中，然而在分析化学中分离目的无非是使干扰离子不再干扰，因此就广义而言，隐蔽及其相反作用解蔽应包括在分离范畴中。在分析化学中采用隐蔽和解蔽作用由来已久。重量分析法、光度法、极谱法中均已应用，特别是在点滴试验和络合滴定法中使用的较为普遍。

无机定量分析 定量分析的任务是准确测定试样中组分的含量，主要方法包括重量分析法、滴定分析法、光谱分析法和电化学分析法等，采用何种方法取决于被分析物质的性质以及取样量和被测组分的含量等因素。

重量分析法：分析过程中，一般是采用适当方法，先使被测组分分离之后，经过称量得到被测组分的质量，并计算其百分含量。根据被测组分与试样中其他组分分离的方法不同，重量分析法可以分为沉淀法、气化法、提取法和电解法。其中以沉淀法应用最广。沉淀重量法是将待测离子转化为难溶性化合物后从溶液中沉淀出来，再将沉淀过滤、洗涤、烘干或灼烧后称量，根据试样的质量确定含量。该法适用于常量组分的测定，应用范围广泛，最大优点是准确度高，但操作繁琐、耗时费力，不适于快速分析。近年来由于沉淀方法的改进以及操作简便、准确度高的电子天平的问世使重量分析操作得到改善。

滴定分析法：将已知其准确浓度的试剂溶液滴加到被测物质的溶液中，直到化学反应完全时为止，然后根据所用试剂的浓度和体积可以求出被测组分的含量，这种方法称为滴定分析法。该法的特点是加入标准溶液物质的量与被测物质的量恰好是化学计量关系，适用于组分含量在1%以上各物质的测定，有时也可以测定微量组分；该法快速、准确、仪器设备简单等，分析结果的准确度高，在生产实际和科研中具有较高的实用价值。滴定分析通常可分为酸碱滴定法、络合滴定法、氧化还原滴定法和沉淀滴定法。

光学分析法：根据物质对光的发射、吸收和散射等性质而建立起来的分析方法，由光谱性质的不同，又可分为：

(1)原子光谱法，是基于物质受热或电激发后所发射的特征光谱而进行分析的方法，它包括原子发射光谱、原子吸收光谱和原子荧光光谱法；

(2)分子光谱法，是根据分子转动、振动或分子中电子能级跃迁所产生的光谱而进行分析的方法，它包括红外光谱法、可见和紫外光谱法、荧光光谱法和拉曼光谱法；

(3)根据原子内层电子的跃迁所产生的光谱进行分析的方法。包括 X 射线发射、吸收、衍射和荧光法等。

电化学分析法：这类方法是根据物质的电化学性质而进行的方法，通常将试液作为化学电池的一个组成部分，通过测量该电池的某种电参数，如电阻、电导、电势、电量等，进行检出或测定的一种方法。具体有电

导分析法、电势分析法、电解分析法、库仑分析法、伏安法和极谱法等。

色谱分析法：色谱分析是一种物理分离法，它是根据混合物各组分在互不相溶的两相（固定相和流动相）中吸附能力、分配系数或其他亲合作用性能的差异而进行分离和测定的方法。按两相所处的状态可分为气相色谱和液相色谱；按分离过程的作用原理可分为吸附色谱、分配色谱、离子交换色谱和排阻色谱等。

此外，还有各种以仪器为测试手段的无机定量分析方法，如质谱分析、热分析、放射化学分析法等等。

suandu
【酸度】 是指在水溶液中氢离子的浓度（严格地说应为氢离子的活度），它与酸的种类和浓度有关。1909年丹麦化学家S. P. L. 索伦森建议用pH来表示氢离子的浓度$[H^+]$，并规定：

$$pH = -\lg[H^+]$$

pH值一般仅适用$[H^+]$或$[OH^-]$为1mol/L以下溶液；如果$[H^+] > 1mol/L$，则$pH < 0$；如果$[OH^-] > 1mol/L$，则$pH > 4$。在这种情况下，就直接用$[H^+]$或$[OH^-]$来表示，而不用pH值来表示溶液的酸碱性。

溶液的酸碱性与pH值的关系 pH值是用来表示水溶液酸碱性的一种标度，pH值愈小，溶液的酸性愈强，碱性愈弱；pH值愈大，溶液的碱性愈强，酸性愈弱。归纳起来，溶液的酸碱性与pH值的关系如下：

酸性溶液	$[H^+] > [OH^-]$	$pH < 7$
中性溶液	$[H^+] = [OH^-]$	$pH = 7$
碱性溶液	$[H^+] < [OH^-]$	$pH > 7$

测定溶液pH值的方法 测定pH值的方法很多，通常采用酸碱指示剂、pH试纸和pH计等方法。

酸碱指示剂一般是弱的有机酸或弱的有机碱，或既呈弱酸性又呈弱碱性的两性物质。它们能给出质子或接受质子，或者其本身就是共轭酸碱系统。溶液的pH值改变时，指示剂的分子或离子的结构也发生变化，因而呈现出不同的颜色。例如，在酸性溶液中，酚酞变为无色，而甲基橙变为红色；在碱性溶液中，酚酞为红色，甲基橙为黄色。每种指示剂都有一定的变色范围，这种变色范围取决于指示剂的离解平衡。例如酚酞的变色范围为8～10，甲基橙的变色范围为3.1～4.4。

pH试纸是用多种指示剂的混合溶液浸制而成的，使用时将试液滴在pH试纸上，呈现的颜色与标准比色卡相比，就可以确定溶液的pH值。用酸感指示剂测定溶液的pH值是很粗略的，只能知道溶液pH值的某一范围，用pH试纸就比较准确了。

测定溶液pH值的更精确的方法是用pH计。

jianxing
【碱性】 通常指物质具有中和酸，并在水溶液中能电离出氢氧根离子的性质。广义的碱性则是指物质具有提供电子对的性质。具有碱性的物质一般为氢氧化物，还有碱金属的碳酸盐和碳酸氢盐、硅酸盐、硫化物等。

溶液的碱性可用pH值或pOH值表示。在碱性溶液中，H^+和OH^-实际上是同时存在的，只是$[OH^-]$大于$[H^+]$而已。实验证明，在一定温度下$[H^+]$和$[OH^-]$的乘积是一个常数，室温是$[H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$，因此若规定$pOH = -\lg[OH^-]$，则$pH + pOH = 14$。

碱性的分类 碱性一般可分为强碱性和弱碱性。在一定的条件下，如果物质在水溶液中不能完全电离，存在电离平衡，水溶液中有物质的分子或水合分子的形式，则该物质具有弱碱性；如以氨水为例，其电离平衡式为：

$$NH_3 \cdot H_2O = NH_4^+ + OH^-$$

NH_4^+、OH^-、$NH_3 \cdot H_2O$共存于一个体系中，并在一定温度下，$[NH_4^+]$、$[OH^-]$、$[NH_3 \cdot H_2O]$之间存在如下关系：

$$k_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3 \cdot H_2O]}$$

k_b称为电离平衡常数，其数值大小可表示弱碱的相对强弱。如果物质在水溶液中能完全电离，无电离平衡存在，则该物质具有强碱性。

强碱性物质包括碱金属及钙、锶、钡的氢氧化物，它们都能溶于水，其固体或溶液能强烈吸收空气中的水分及二氧化碳，因此强碱性物质要密封保存，以防变质。强碱性物质一般不能盛装在带有玻璃塞的容器中，因为那样会使玻璃塞受到腐蚀而与容器粘在一起。工业上把氢氧化钠盛在铁制容器中，实验室里则常常在镍或铁制容器中进行有熔碱参与的反应。强碱性溶液可保存在加盖的塑料瓶中。

强碱性物质无论是固体还是高浓度溶液，对组织的破坏性都是严重的，游离的碱性粉尘、雾滴可引起眼睛和呼吸道刺激，以及鼻中隔损害。强碱与组织结合形成变性蛋白，与天然脂肪结合生成皂类。强碱使组织化为胶质，形成可溶性化合物，导致组织形成既深又痛的损毁，即使是强碱的稀溶液也能软化表皮，乳化和溶解脂肪。尽管这类物质既不可燃，也不助燃，但其固体物质溶于水时却能放出大量热，因此需用冷水溶解固体，否则溶液可能会沸腾并向四周广泛区域溅出腐蚀性液体。这些物质的最大危害是强碱颗粒或溶液溅入眼内。出现此种情况时，则需用大量清水冲洗眼约15分钟，然后请医生诊治。

除上述列举的氢氧化物外，其他氢氧化物均为弱碱性物质，这些物质难溶于水，可溶于酸，但溶解所需的pH值不同。

fenxi wucha

【分析误差】 指由于仪器、药品、环境条件、操作技术和分析方法等因素的影响，导致在分析过程中被测物质的真实数值与测定数值之间出现的偏差。通常用误差表示结果的准确度，误差越小，表示测定结果与真实值越接近。因此，研究误差的目的是为了了解误差的来源和性质，以便减小误差，提高分析的准确度。

误差的来源和性质 产生误差的原因很多，一般分为两类，即系统误差和偶然误差。也可分为绝对误差和相对误差。

系统误差 由某种固定原因造成的、比较恒定的误差，一般可以校正，产生的主要原因有：①方法误差：由于分析方法本身造成的，例如重量分析中由于沉淀的少量溶解、共沉淀现象、灼烧时沉淀的分解或挥发等。②仪器误差：由于仪器不够精密造成的，如砝码重量、天平梁上跨码刻度不均匀，天平两臂不等长，器皿刻度、仪器刻度不准确等。③试剂误差：由于试剂、蒸馏水不纯，含有被测物质和干扰元素，以及基准物质的纯度不高等。④操作误差：在操作过程中，由于分析人员没有正确地掌握操作规程与实验条件而引起的误差。例如，各个分析步骤中的机械损失、杂质的引入，沉淀洗涤不符合要求，灼烧温度偏高或偏低，称量前坩埚冷却不够，计算中的误差，观察滴定管读数和滴定终点的误差等。

偶然误差 在相同条件下重复多次测定同一物理量时，误差的绝对值和符号的变化或大或小，或正或负，看来毫无规律和纯属偶然，这种误差称为偶然误差。它遵循变量的统计规律，单个地看是无规律性的，但就其总体来说，正是由于单个的无规律性，才导致了求其总和时有正负相消的机会，而且随着变量个数的增加，误差平均值趋近于真值。这种补偿正是统计规律的表现，所以随机误差是可以用概率统计的方法来处理的。

绝对误差 测定值与真实值之差。例如测定某铜合金的含铜量时，分析结果为 80.18%，而真实值为 80.13%，则，绝对误差 = 80.18% - 80.13% = +0.05%。绝对误差只能表示绝对值的大小，不能说明测定值占真实值的百分比，因此误差常用相对误差表示。

相对误差 相对误差是指误差在真实结果中所占的百分率，即相对误差% = [(测得值 - 真实值)/真实值] × 100%。

绝对误差和相对误差都有正值和负值，正值表示结果偏高，负值表示结果偏低，相对误差是无量纲的，以便于比较不同的分析结果。

精密度和准确度 误差代表不确定度，即不精确度和不准确度，但习惯上用其倒数来表示精密度和准确度。精密度高的实验结果，其准确度不一定高（除非不存在系统误差）；但精密度却是准确度高的先决条件。

精密度纯属随机误差引起的不确定度部分，它反映一组重复测定的数据相互接近的程度或说明分散的程度。在分析化学中，根据具体情况的不同，可用以下两种方式表示精密度：①重复性，是在完全相同条件下（同一操作者、同一仪器、同一实验室和较短的时间间隔）下用相同方法分析相同的样品所得一组重复测定数据的精密度；②再现性，是不同条件（不同分析人员、不同仪器、不同实验室、不同时间）下用相同方法分析相同的样品所得一组测定数据的精密度。

精密度表征测量值与真实值的偏离程度，它决定于偶然误差的大小，通常以测定结果的相对平均偏差来衡量。相对平均偏差越小，说明分析结果的精密度越高。广义的准确度应包含系统误差和随机误差的联合效应。

fenliu

【分馏】 分馏通常又称精馏，是一种利用回流原理使液体混合物得到高纯度分离的蒸馏方法，分馏装置通常由分馏塔、再沸器和冷凝器三部分组成。它广泛应用于石油、化工、轻工、食品、冶金等部门。

原理 在这种操作中，使蒸馏釜中所产生的蒸气与逆流或者分级逆流系统中的部分冷凝物接触。操作可以是间歇的或者连续的。操作单元是由蒸馏釜和连在其上部的竖式分馏塔组成的。塔中装有某种类型的填料或板状结构体，它将使从塔顶往下的液体与从蒸馏釜往上的蒸气接触，离开塔顶的蒸气被冷凝并一部分作为产物移走，剩余的液体返回塔顶，称为回流。调节液体和蒸气的流速，使得塔内各处液体含较大挥发性组分的浓度，比相当于同与其相接触的蒸气平衡时的浓度提高，结果，较大挥发性组分从液体转入蒸气，而较小挥发性组分则从蒸气转入液体。当蒸气朝塔顶方向流到冷凝器时，它的易挥发性组分变得更加富集了，而当液体经塔往下流向蒸馏釜时，液体中的难挥发性组分变得更加浓缩了。通过这样的系统可获得比蒸馏效率高得多的分离结果。当某块塔板上的浓度与原料的浓度相近时，料液就由此加入，该板称为加料板，其上的部分称为分馏段，加料板及其以下部分称为提馏段。分馏段起着使原料中易挥发组分增浓的作用，提馏段起着回收原料中易挥发组分的作用。

分类 分馏方法可按不同的操作方法进行分类：

根据操作方式，分为连续分馏和间歇分馏。间歇分馏与连续分馏的不同在于：原料在操作前一次加入釜中，其浓度随着操作的进行而不降低，待釜液组成降至规定值或一次排出。因此，各层板上气液相的浓度也相应地随时在改变，属不稳定操作，间歇分馏只有分

馏段而无提馏段。

根据是否在混合物中加人影响气相平衡的添加剂,可分为普通分馏和特殊分馏。特殊分馏主要有萃取分馏、恒沸分馏。在双组分混合液中加入第三组分,该组分能与原溶液中一个或几个组分形成一新的最低恒沸物,恒沸物从塔顶蒸出,塔底引出较纯产品,这种分馏称为恒沸分馏。若向混合物中加人溶剂(又称萃取剂),可显著降低该组分的蒸气压,从而加大了原料中两组分的相对挥发度,使恒沸物或沸点相差很小的物系仍能用分馏方法分离的过程为萃取分馏。

此外,根据混合物的组分数,可分为二元分馏和多元分馏;若分馏过程伴随有化学反应发生,则称为反应分馏。

分馏操作的评价指标 主要有:①产品的纯度。板式塔中的塔板数或填充塔中的填料层高度,以及料液加人位置和回流比等,对产品纯度均会带来影响;②产品中组分含量与液料中组分含量之比;③操作总费用。包括再沸器的加热费用、冷凝器的冷凝费用以及分馏设备的折旧费,另外操作时变动回流比也会对前两项费用产生影响。

分离塔的设计计算 通常是根据理论塔板进行的,理论塔板是指离开板蒸气的平均组成等于与离开该板的液体相平衡的蒸气的组成。在该设计中,常需要对实际操作和两种极限情况进行考察,塔的效率是随液体回流对塔顶引出产物的比率(即回流比)的增高而增加的,当回流比极高时,所需的理论塔板数将为最少,这就是全回流;当回流比极小时,所需的理论塔板数将为无穷大,这时的回流比称为最小回流比。这一设计计算指出了一个给定系统所能使用的最小理论塔板数和最小的热能耗。理论塔板数的计算方法有:①图解法。图解法的基础是组分的物料平衡和气相平衡关系。此法假定流经分馏段的气相摩尔流量 V 和液相摩尔流量 L 及提馏段中的气液两相流量 V' 和 L' 都保持恒定,它适用于料液中两组分的摩尔汽化潜热大致相等、混合时热效应不大、而且两组分沸点相近的系统。②捷算法。这是一种可靠的计算方法,并可推广到估算多组分料液的分馏,因而在做整个生产过程的优化计算时常加以采用,以节省时间。③严格计算法。随着分馏技术的日益成熟和生产规模的扩大,各种复杂的分馏塔相继问世,要求对分馏过程做更为严密的计算,以了解塔内温度、流量和浓度变化,达到更合理的设计和操作,计算机的应用为此提供了客观条件。严格计算法的依据是四个基本方程,即:组分物料衡算式、气液相平衡式、归一方程(气相及液相各组分摩尔分数之和为1)和热量平衡计算。对每块理论板都可以建立这些方程,组成一个高维方程组,然后用计算机进行计算。

分馏装置的节能 ①分馏过程的核心在于回流,分馏塔的能量消耗随回流比几乎成正比增加,因此分馏过程节能的一个重要举措是合理地选择回流比。②回收分馏装置的热能。分馏装置排出的热能数量是相当大的,生产中多加以回收利用,大体方法有再生蒸气、利用装置排除之余热作加热剂和热泵分馏。将热泵用于分馏装置是用压缩机将低温气体增压,使其温度提高,成为过热状态,然后作为塔底热源。③设置中间再沸器和中间冷凝器,中间再沸是在分馏塔的提馏段抽出一股料液,通过中间再沸器加入热量,使料液全部汽化为蒸气,然后送回到提馏段某块浓度相近的塔板上。同理也可设置中间冷凝器。此外还有多效分馏、高效分馏以及通过计算机对过程进行有效控制,减小操作裕度,确保过程在低能耗的条件下进行。

ningju
【凝聚】 指加入第三组分使分散系的水溶液分离为两相的过程。根据分散系微粒的构成,凝聚一般有两种类型,一类是由难溶物分散在分散介质中所形成的溶胶的凝聚,这类凝聚是加入无机电解质通过电性中和作用来解除布朗运动,使微粒能够靠近接触而聚集在一起;另一类是高分子溶液的凝聚,即通过加入凝聚剂使高分子胶体的水溶液分离为富胶体(凝聚层)和含有凝聚剂的水溶液(平衡液)。凝聚具有普遍的生物学意义,蛋白质的互沉淀、抗体生成机理和生物细胞的原生质膜已作为凝聚现象或凝聚层形态的事例引用过。

凝聚和絮凝是两个不同的概念,凝聚作用是在分散系中加入无机电解质,通过电性中和,压缩双电层,减少粒子间的排斥能,从而达到凝聚的目的。絮凝作用则是利用带有许多活性官能团的高分子线状化合物能在分子上吸附多个微粒的能力,通过架桥作用将许多微粒聚集在一起,形成一些较大体积的松散絮团,从而达到絮凝。两者的共同点是都有加速固液分离的作用。但两种作用的效果还是有较大的区别,表现在形成絮团的大小、沉降速度、絮团强度、滤饼含水率不同等。

凝聚剂 凝聚剂通常有两大类型,无机凝聚剂和有机凝聚剂,根据胶体的性质采用不同的凝聚剂。对于溶胶的凝聚,使用无机凝聚剂,又可细分为无机电解质和无机酸类。无机电解质如:硫酸铝、硫酸铁、三氯化铁等;无机酸类有硫酸、盐酸等。对于高分子的凝聚,所用的凝聚剂可以是无机电解质,如硫酸钠;也可以是有机物,如乙醇、简单酚类(苯酚、三种二羟基酚和三种三羟基酚)、葡萄糖或丹宁等,这些凝聚剂均可使明胶水溶液凝聚。但这些过程与溶胶的凝聚机理不同,它们均不属于离子中和机理,其主要原因是凝聚剂能减小水的活度。其中电解质与水结合变成水合离子,有机物的作用则较复杂,如乙醇和酚类与水形成氢键,酚类还能与明胶的胺基或酰胺基起特殊作用。加

入一种自身需水以满足其基团形成氢键倾向的大分子，也能导致对溶剂的竞争，结果两相分离，如明胶和淀粉或明胶和阿拉伯树胶混合在一起，则可从体系中分离出两个凝聚层。

凝聚层的特征 对于溶胶的凝聚，其结果是多元体系的相分离，这一过程为不可逆凝聚，即一旦形成凝聚，体系原来的状态不能加以恢复。当凝聚层含有高分子时，其物理特征就出现明显差异，巨大的高分子会引入表面效应，从而影响着凝聚层的结构，典型的凝聚层的黏度比平衡液大几个数量级，这与小分子组分的三元体系类似的相分离有着明显的差别。此时凝聚层的流变行为是黏度很大的牛顿流体行为，而且加温或加水，凝聚层又能恢复成原来的溶胶状态，因而在热力学上是可逆凝聚过程。这种现象表明，在凝聚层中小分子成分是以包藏液存在，主要包含在大分子之间。而同这种结构有关的表面作用可存在于非离子化基团之间或离子之间，前者又称简单凝聚，后者则被称为复合凝聚，这两种凝聚过程常常发生在同一过程中，例如在阿拉伯树胶中加入电解质和乙醇的混合物。

影响凝聚作用的一些因素 在分散体系中分散和凝聚作用是对立的，电的排斥、分散剂和溶剂化层的影响促进了体系分散稳定，分子的吸引力和各种运动碰撞又促进了凝聚。影响凝聚的主要因素有电解质的作用、胶体体系的相互作用、胶体的浓度和温度等。

1. 电解质对溶胶凝聚作用的影响：溶胶受电解质的影响非常敏感，通常用凝聚值来表示电解质的凝聚能力。所谓凝聚值是使一定量的溶胶在一定时间内完全凝聚所需电解质的最小浓度。一般有如下规律：

(1)凝聚能力主要决定于与胶体带相反电荷的离子的价数，凝聚值与异性离子价数的六次方成正比，称为舒尔茨—哈代规则；

(2)价数相同的离子凝聚能力也有所不同，例如不同的一价阳离子所成碱金属硝酸盐对负电性胶粒的凝聚能力可以排成如下次序：

$$H^+ > Cs^+ > Rb^+ > NH_4^+ > K^+ > Na^+ > Li^+$$

而不同的一价阴离子所成钾盐对正电的 Fe_2O_3 溶胶的凝聚能力，则有如下次序：

$$F^- > Cl^- > Br^- > NO_3^- > I^-$$

(3)有机化合物的离子都具有很强的凝聚能力，这可能是与其具有很强的吸附能力有关；

(4)电解质的凝聚作用是正负离子作用的总和，通常同电性的离子价数愈高，则电解质的凝聚能力愈低。

2. 胶体体系的相互作用：将胶粒带相反电荷的溶胶互相混合，也会发生凝聚。与电解质的凝聚作用不同的是，只有当两种溶胶用量恰好使其所带电荷相等时，才会完全凝聚。

除以上考虑因素外，凝聚过程还必须考虑溶剂化层对微粒凝聚时的阻力，因为这些微粒有极大的比表面，其凝聚阻力也是很大的。

ranshao

【燃烧】 指可燃物与助燃物(氧或氧化剂)之间发生的一种发光放热的化学反应，是在单位时间内产生的热量大于消耗热量的反应，它包括产生局部急剧反应的发火过程和反应向未反应部分传播的过程。

燃烧必须具备下列三个条件：①可燃性物质；②助燃性物质；③点火源。三者同时存在，相互作用，燃烧方可发生。可燃物质状态不同，燃烧过程也不同。

1. 气体最易燃烧，燃烧所需热量只用于本身的氧化分解，并使其达到燃点。

2. 液体在点火源作用下，先蒸发成蒸气，然后蒸气氧化分解而燃烧。

3. 固体燃烧分两种情况：对于硫、磷等简单物质受热时首先熔化，继之蒸发变为蒸气进行燃烧，无分解过程；对于复杂物质，受热时首先分解为物质的组成部分，生成气态和液态产物。然后，气态、液态产物的蒸气着火燃烧。

燃烧形式 由于可燃物质的状态不同，其燃烧形式亦不同。

1. 非均一系燃烧：指可燃物与助燃物并非同相，如酒精(液相)、煤(固相)在空气(气相)中的燃烧。

2. 混合燃烧：指可燃气体与助燃气体均一系燃烧，指在同一相中进行的燃烧。如氢气在氧气中的燃烧，煤气在空气中的燃烧。

3. 先混合后进行的燃烧。

4. 扩散燃烧：指可燃气体由容器或管道中喷出，其分子与空气中的氧分子相互接触扩散而产生的燃烧。

5. 蒸发燃烧：指可燃液体蒸发产生可燃蒸气的燃烧，如硫磺、萘等可燃固体借加热升华或熔融成蒸发物质而进行的燃烧。

6. 分解燃烧：很多固体或不挥发性液体经热分解产生可燃性气体而进行的燃烧。

7. 表面燃烧(均热型燃烧)：可燃性固体(木材等)燃烧热解的结果使其炭化，在已生成无定形碳的固体表面上所进行的燃烧。

8. 完全燃烧与不完全燃烧：根据燃烧反应进行的程度(燃烧产物)分为完全燃烧和不完全燃烧。

闪燃与自燃 易燃、可燃液体(包括具有升华性的可燃固体)表面挥发的蒸气与空气形成的混合气体当火源接近时会发生瞬间燃烧，这种现象称为闪燃。引起闪燃的最低温度称为闪点。

可燃物质在没有火焰、电火花等火源的直接作用下，在空气或氧气中被加热而引起的燃烧称为自燃。其中，可燃物质在外部热源作用下温度升高，达到自燃点而自行燃烧称为受热自燃；而可燃物质在无外部热

源影响下，其内部发生物理的、化学的或生化过程而产生热量，并经长时间积累达到自燃点而自行燃烧的现象称为自热燃烧。

引起物质自然发热的原因有：分解热（如赛璐珞）、氧化热（如不饱和油脂）、吸附热（如活性炭）、聚合热（如液体氰化氢）、发酵热（如干草）等。

有关燃烧的理论

1. 活化能理论　燃烧是一种化学反应，而分子间发生化学反应的首要条件是相互碰撞。但相互碰撞的分子不一定都能发生反应，只有具有一定活化能的少数活化分子碰撞才会发生反应。当明火接触可燃物时，部分分子获得能量而成为活化分子，有效碰撞次数增多，因而发生燃烧反应。

2. 过氧化物理论　该理论认为，在燃烧反应中氧在热能作用下，被活化而形成—O—O—键，使可燃物质变为过氧化物。过氧化物不稳定，在受热、撞击、摩擦等情况下会分解而燃烧、爆炸。如氢和氧的燃烧反应中，首先生成过氧化物，然后过氧化物与氢反应生成水，反应式如下：

$$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O_2$$

$$H_2O_2 + H_2 \rightarrow 2H_2O$$

3. 链锁反应理论　该理论认为，气态分子的作用，不是两个分子直接作用得出最后产物，而是活性分子自由基与另一分子作用产生新自由基，新自由基又迅速参加反应，如此延续下去形成一系列的链锁反应。链反应通常分直链反应和支链反应两种，任何链反应均由三个阶段构成，即链的引发、链的传递（包括支化）和链的终止。以氢、氧支链反应说明：

链的引发　$H_2 + O_2 \rightarrow 2OH$　(1)

$H_2 + M \rightarrow 2H + M$　(2)

链的传递　$OH + H_2 \rightarrow H + H_2O$　(3)

链的支化　$H + O_2 \rightarrow O + OH$　(4)

$O + H_2 \rightarrow H + OH$　(5)

链的终止　$2H \rightarrow H_2$　(6)

$H + O_2 + M \rightarrow H_2O + M$　(7)

慢速传递　$HO_2 + H_2 \rightarrow H + H_2O_2$　(8)

$HO_2 + H_2O \rightarrow OH + H_2O_2$　(9)

链的引发需有外来能源激发，使分子键破坏生成第一个自由基，如(1)(2)式。链的传递（包括支化）是自由基与分子反应。如式(4)(5)(8)(9)所示。链的终止即引向自由基消失的反应。如(6)(7)所示。M为惰性分子。

baozha

【爆炸】　爆炸是一种急剧的物理、化学变化。在变化过程中伴有物质所含能量的快速释放，变为对物质本身、变化产物或周围介质的压缩能和运动能。

爆炸有以下特征：①内部特征：物系爆炸大量能量在有限体积内突然释放或急剧转化，并在极短时间内在有限体积中积聚，造成高温、高压，对临近介质形成急剧的压力突跃和随后的复杂运动。②外部特征：爆炸介质在压力作用下，表现出不寻常的移动或机械破坏效应，以及介质受振动而产生的音响效应。

爆炸类别

1. 按爆炸性质分类：①物理爆炸：由物理变化引起的爆炸，如蒸汽锅炉或液化气，压缩空气超压引起的爆炸。②化学爆炸：由化学变化引起的爆炸，如可燃气体，蒸气的爆炸，以及炸药的爆炸等。

2. 按爆炸速度分类：①爆燃：爆速在10～1 000 cm/s之间。②爆炸：爆速在10～1 000 m/s之间，③爆轰：爆速在1 000 m/s以上的爆炸过程。爆轰是在一定限度极限范围内产生的。

3. 按反应相分类：①气相爆炸：A. 可燃气体混合相爆炸。可燃性气体或可燃液体同助燃性气体按一定比例混合，在着火源作用下而引起的爆炸称为爆炸性混合气体爆炸。可燃气体除氢气、天然气、乙炔、液化石油气等外，还包括汽油、苯类、醇类、醚类等。B. 可燃粉尘爆炸。指可燃性固体的微细粉尘，在一定浓度下，呈悬浮状态分散在空气等助燃气体中时，由着火源作用而引起的爆炸，如分散在空气中的镁、铝、钛、硅、钙以及硫磺、小麦等粉尘所引起的爆炸。C. 可燃液体雾滴引起的爆炸。空气中易燃被喷成雾状物剧烈燃烧时引起的爆炸，如油压机喷出的油雾所引起的爆炸。D. 可燃蒸气云爆炸。可燃蒸气云产生于泄漏，喷出后所形成的滞留状态。密度小于空气的气体浮于上方，密度大于空气的气体沉覆于地面，滞留于低洼、阴井之处，可随风漂移形成连续气流带同空气混合达到其爆炸极限，在火源存在下即可引起爆炸。②凝聚相爆炸：A. 液相爆炸，包括聚合爆炸、蒸气爆炸和不同液体混合所引起的爆炸。B. 固相爆炸，包括爆炸性物质的爆炸、个体物质混合、混融所引起的爆炸等。

爆炸界限　有些气体（如一定比例的氢氧混合气）在一定温度下的反应速率与体系压力的关系，如图1所示。

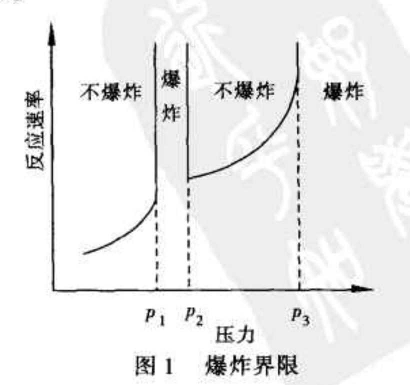


图1　爆炸界限

当体系压力低于 p_1 而高于 p_2（又低于 p_3）时，反应进行缓慢；当体系压力高于 p_1 和低于 p_2 时，反应以爆炸方式进行，压力 p_1、p_2、p_3 即爆炸界限，分别称为爆炸下限、爆炸上限和热爆炸限。温度不同，p_1、p_2、p_3 也不相同。

应当指出，可燃气体和其他气体（如空气）按一定比例混合后，一点火即能发生爆炸，这种混合气体组成的范围（百分组成的低限和高限）也称之为爆炸极限。显然这是安全生产的极限，不能与此处的爆炸压力极限混淆。

爆炸半岛 根据图1改变温度即可得到不同温度下的爆炸极限（图2），体系爆炸极限随温度而改变，随着温度的升高，爆炸下限降低，上限升高，在较低温度下交于一点，其形状如半岛。当体系压力处于半岛左侧时，反应以有限速率进行；体系压力处于半岛右侧时，反应以爆炸速率进行。

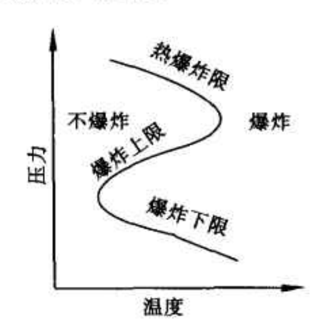


图2 不同温度下的爆炸极限

爆鸣和爆鸣气 当纯的氢气与氧气（或空气）在一定压力下混合并点燃时，由于发生支链反应，反应进行激烈以致爆炸，并产生爆鸣声，这种现象称为爆鸣。氢氧混合气则称为爆鸣气。应当指出，当该混合气不采用点燃的方式，而代之以少量铂黑粉（催化剂）时，反应也能很快进行，但很安静，并不发生爆鸣。

爆震 燃料混合物在冲击波作用下，火焰以大大超过正常的速率传播，一般可达 1 500～3 500 m/s，在冲击波区发生气体的瞬时压缩，且形成高温、高压，使气体燃烧，称为爆震。通常，在内燃机中发生爆震时，常听到金属敲击声。

cuihua

【催化】 在化学反应中能改变化学反应速度而不影响化学平衡的作用称为催化。其中能够改变化学反应速度而本身的组成和数量在反应前后均不发生改变的物质称为催化剂。催化剂可以使化学反应速率增加或减慢，其中增加化学反应速率的催化剂为正催化剂，反之，则为负催化剂。催化作用几乎涉及到化学反应的各个领域。

作用原理 设想有化学反应 A + B→D 可缓慢进行，反应的活化能为 E，当加入一种催化剂后，由于催化剂与其中的某一反应物发生化学作用生成新的过渡态物质，从而改变了原反应的进程。如按以下两步进行：

A + 催化剂→A－催化剂 + E_1

A + 催化剂 + B→D + 催化剂 + E_2

其中 E_1、E_2 为上两步中间反应的活化能，均小于 E，这样提高了活化分子的百分数，增大反应速率，催化剂的作用是参与中间反应，在前后并未有数量和组成的变化。

催化剂的特性 ①催化活性：催化剂在化学反应中能大大降低化学反应的活化能，提高反应的速率，因而具有催化活性；②选择性：在一个化学反应体系中，可能发生许多反应，但其中某些反应的速率或全部反应在没有催化剂的作用下可能检测不出来，某一特定的催化剂可改变其中任一反应的速率而其他反应的速率不变，表现出催化剂的选择特性，如下表中 $CO + H_2$ 的反应在不同的催化剂作用下生成不同的产物；③稳定性：催化剂的稳定性以寿命表示，它包括热稳定性、机械稳定性和抗毒稳定性。

$CO + H_2$ 的反应

催化剂	条件	产物
镍	100 ℃，0.1 MPa	甲烷和水
钴 + ThO_2	190 ℃，0.1～2 MPa	主要是甲烷、乙烷、丁烷、甲烷和其他烷类及水
铁 + 碱	315 ℃，1.5 MPa	与用钴 + ThO_2 一样，并加上烯类、醇和酸
钌	200 ℃，20 MPa	高分子烃类、蜡水
二氧化钍（ThO_2）	400 ℃，20 MPa	带有支链的链烷烃和水
亚铬酸锌［$Zn(CrO_2)_2$］	400 ℃，50 MPa	甲醇和水

助催化剂 在化学反应中本身不具有催化特性，但加入（加入量一般不低于主催化剂用量的10%）后可明显提高催化剂的催化活性、选择性和稳定性等性能。例如合成氨工业中的 Al_2O_3 就是其中的助催化剂。

催化剂中毒 在反应中由于某种杂质的沉积，致使催化剂的活性部位丧失活性的现象称为催化剂中毒。如氢气中含有微量的 H_2S，则所用的氢化金属铁触媒将迅速降低活性。中毒有暂时性中毒和永久性中毒，能够降低催化活性的物质称为抑制剂。

载体 用于负载催化剂而本身不具有催化作用的物质，常用的有硅胶、硅藻土、活性炭、活性二氧化硅等，选用合适的载体，有利于提高催化剂的性能。

催化作用的类型

1. 均相催化：催化剂与反应物同处于均匀相中的催化反应。

2. 多相催化：发生在两相界面上，通常催化剂为多孔固体，反应物为液体或气体。多相催化主要包括以下步骤：①反应物扩散到表面；②反应物吸附在表面上；③吸附反应物反应形成吸附产物；④产物的解吸；⑤产物扩散到主液流或气流中。这一系列步骤中反应最慢的一步称为速率控制步骤，化学吸附是其中最重要的一步，化学吸附使反应物分子得到活化，降低了反应的活化能。因此，若要催化反应有效地进行，必须至少有一种反应物分子在催化剂表面上发生化学吸附。由于固体表面的不均匀性，表面上只有一部分点对反应物分子起活化作用，这些点被称为活化中心。多相催化在工业上有着重要的应用，典型的是工业上合成氨。

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

该过程在约450 ℃和几百个大气压的压力下操作，并使用金属铁作催化剂。

3. 金属催化：金属催化剂主要位于周期表中4，5，6周期的某些过渡金属，如铁、钯、铂、金、铟、铷等，金属催化主要取决于金属原子的电子层结构，即未参与金属键的d轨道和d空轨道与被吸附分子形成吸附化学键的能力。因此，金属的吸附能力和d轨道百分数是决定催化活性的主要因素。

4. 配位催化：过渡金属及其化合物有很强的络合能力，能形成各种类型的络合物，某些分子与金属（或金属离子）络合后使某些特殊反应易于进行，这种过程即为络合催化作用。络合催化剂一般都是金属络合物，如铅、铑、钴、钛的络合物。

5. 酸碱催化：酸碱催化可分为均相催化和多相催化。如有机反应中的水解、水合、脱水、缩合、酯化、重排等常为酸碱均相催化；固体酸催化剂对催化裂化、异构化、烷基化、脱水、氢转移、歧化、聚合等的作用通常为多相催化。

6. 生物催化：生物催化以酶作为催化剂，几乎所有的生物体内所发生的化学反应都离不开酶的催化作用。酶的催化特性是活性高、选择性强，生物催化在常温中性的条件下进行。在医学和工农业生产中酶制剂得到广泛应用。

7. 多功能催化：若反应物X直接变成Y的反应难以实现，则可通过几个催化反应来实现，如：

$$X \xrightarrow{A_1} Z$$

$$Z \xrightarrow{A_2} Y$$

A_1、A_2 分别为两个反应的催化剂，则可将 A_1、A_2 混合起来制成双功能催化剂，使 $X \rightarrow Y$ 的反应得以进行，这个过程称为多功能催化作用。多功能催化作用与普通的催化反应的多步骤的差别在于，此处的Z不是在催化剂表面形成的中间体，而是由 A_1 表面吸附出来的，具有自己的结构和热力学性质的化学物质。

shengwu lixue

【生物力学】 是应用力学原理和方法对生物体中的力学问题定量研究的生物物理学分支。其研究范围从生物整体到系统、器官（包括血液、体液、器脏、骨骼等），从鸟飞、鱼游、鞭毛和纤毛运动到植物体液的运输等。生物力学的基础是能量守恒、动量守恒、质量守恒三定律并加上描写物性的本构方程。生物力学研究的重点是与生理学、医学有关的力学问题。

研究内容 生物力学的研究内容主要是生物流体力学、生物固体力学和运动生物力学等。

生物固体力学 利用材料力学、弹塑性理论、断裂力学的基础理论和方法，研究生物组织和器官中与之相关的力学问题。

生物流体力学 研究生物心血管消化呼吸系统、泌尿系统、内分泌以及游泳、飞行等水动力学、边界层理论和流体力学有关的力学问题。

运动生物力学 用静力学、运动学和动力学的基本原理结合解剖学、生理学研究运动的学科。用理论力学的原理和方法研究生物是一个开展得比较早、比较深入的领域。

人体各器官、系统，特别是心脏—循环系统和肺脏—呼吸系统的动力学问题、生物系统和环境之间的热力学平衡问题等也是当今研究的热点。生物力学的研究，不仅涉及医学、体育运动方面，而且已深入交通安全、宇航、军事科学的有关方面。

中国的生物力学，有相当一部分与中国传统医学相结合，因而在骨骼力学、脉搏波、无损检测、推拿、气功、生物软组织等项目的研究中已形成自己的特色。

研究特点 ①首先要了解生物材料的几何特点，进而测定组织或材料的力学性质，确定本构方程、导出主要微分方程和积分方程、确定边界条件并求解。对于上述边界问题的解，需用生理实验去验证。若有必要，还需另立数学模型求解，以期理论与实验相一致。②作为实验对象的生物材料，有在体和离体之分。在体生物材料一般处于受力状态（如血管、肌肉），一旦游离出来，则处于自由状态，即非生理状态（如血管、肌肉一旦游离，当即明显收缩变短）。两种状态材料的实验结果差异很大。③要同时从力学和组织学、生理学、医学等两大方面进行研究，即将宏观力学性质和微观组织结构联系起来，因而要求多学科的联合研究或研究人员具有多学科的知识。

在职业安全与卫生上的应用 就职业安全与卫生的范围来说，生物力学是关于功能解剖学与劳动应激生理反应的一门学科。它旨在研究减少工业劳动与其

他场合时的创伤，并为此而将人体作为一个暴露于内外物理应力矢量的机械结构的动力体系加以研究，并且还认为：不管是进行最简单的手工工具劳动，还是操作最复杂的自动化机器的工人都是人—设备—劳动系统的一部分，这一系统受到外部机械环境（车间的机械设备）和内部生物力学环境（肌肉骨骼系统）的相互作用。

如果外部机械环境之有效运转所要求的运动形式与内部生物力学环境之解剖结构的运动不协调，人，即该系统的检测环节就会在不利的条件下劳动，因此可能发生急性创伤或因累积性劳动应激而生病。后种疾病常见于工业事故与职业病之间，因为人和设备相互间的有害作用并不马上引起损伤，而是经过长时间、有时达数月甚至数年之后才出现损伤的表现。长期和过多接触机械所引起的病理改变有：黏液囊炎、腱鞘炎（如书写痉挛、纺织工人的膝病等）、创伤性关节炎、褥疮。

生物机械手 对人体力学研究所获得的知识可用于各种机械手的设计。这些机械手可用来处理放射性、传染性或其他危险性物质。机械手的上面有一通过机械方法连接在操纵杆上的机械柄，机械柄与操作杆之间有一保护操作人员的半透明屏障。启动和使用操纵杆抓握、调节与固定防护屏外的物品时，其内部的工作柄随操纵杆的位移、速度和加速度而运转，如同一个活人的手一样。因此，操作人员得到的视反馈和通常用于正常眼手协调的调节技术一样。这种主从调节技术也是从生物力学发展起来的，属于仿生学的范围。它的出现不但使放射性同位素这类极危险物质的和平利用及其在医学中的应用具有了可能性，而且已普遍用于制药工业和医学。

huaxue relixue

【化学热力学】 指用热力学中的最基本原理研究化学变化以及和化学有关的物理变化的学科。化学热力学的主要内容是利用热力学第一定律来计算变化中的热效应，利用热力学第二定律来解决变化的方向和限度问题，以及相平衡和化学平衡中的有关问题，热力学第三定律是一个关于低温现象的定律，主要是阐明了规定熵的数值。这三个定律是从人类对物质体系的研究所得到的实验证据总结出的基本原理，这些定律是不能证明的，它们之所以受到承认是因为应用它们所得的结论是正确的。

基本定律 化学热力学是在三个基本定律的基础上发展起来的。

热力学第一定律 焦耳从1840年起，先后用不同的方法研究热功当量，证明热和功之间有一定的转换关系，并经过精确实验测定 1cal = 4.1840 J。1850年能量守恒与转化定律得到世界科学界公认，即自然界的一切物质都具有能量，能量有各种不同形式，能够从一种形式转化为另一种形式，在转化中能量的总量不变。根据能量守恒定律，若在过程中体系从环境吸入热 Q，对环境做了 W 的功，则体系内能的变化是：

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q - W \qquad (1)$$

若体系发生了微小的变化，内能的变化 dU 为

$$dU = \delta Q - \delta W \qquad (2)$$

式(1)和式(2)均是热力学定义定律的数学表达形式。它是建立内能函数的依据，既说明了内能、热和功可以相互转化，又表述了它们转化时的定量关系。

热力学第二定律 人们在生活和生产实践中遇到许多只能自动向单方向进行的过程，它的共同特性就是不可逆性，即一切过程都是热力学不可逆过程，人们又发现这些不可逆过程都是互相关联的。因而逐渐总结出反映同一客观规律的简便说法，这一普遍原理就是热力学第二定律。1850年R. 克劳修斯指出："不可能把热从低温物体传到高温物体，而不引起其他变化"。其指明了自发过程的逆过程是不能自动进行的，相当于热传导过程的不可逆性。1851年开尔文认为："不可能从单一热源取出热使之完全变为功，而不发生其他的变化。"开尔文说法指明摩擦生热过程的不可逆性，这两种说法的实质是等效的。从热力学第二定律推出的卡诺定理解决了热机的效率问题，卡诺定理的表述为："所有工作于同温热源与同温冷源之间的热机，其效率不可能超过可逆机"。

热力学第三定律 1906年，H. W. 能斯特系统地研究低温下凝聚体系的反应，提出了一个基本假定，依据这一假设进行合理的推导，得出了如下结论：在温度趋于热力学温度绝对零度时的等温过程中，体系的熵值不变。M. 普朗克在1912年把热定理推进了一步，他假定0 K时，纯凝聚态的熵值等于0，从而使该定律成为必然的结果。

J. W. 吉布斯给出了热力学原理的更为完美的形式，他用几个热力学函数来描述体系的状态，使化学变化和物理的描述更为方便和实用。他还发表了著名的"相律"，对相平衡的研究起着重要的指导作用。

经典热力学是由宏观现象所归纳的两个定律为基础而扩展出来的，有高度的可靠性和普遍性，但也有其局限性。经典热力学处理的对象是平衡体系或从一个平衡态过渡到另一个平衡态的过程，而且限制在体系与环境之间不发生物质交换的封闭体系。经典热力学还认为：体系总是自发的趋向于平衡，趋向于无序，但实际上趋向平衡，趋向无序并非自然界的普遍规律，如许多树叶、花朵、动物的皮毛乃至蝴蝶翅膀上的花纹都呈现出美丽的颜色和规则的图案。由于生物化学反应随时间而有规则的周期性振荡的生物钟现象，都体现了生物在时空上的有序性。19世纪人们开始对扩散、

热传导、热电效应、化学反应等不可逆热力学过程进行研究，但仅限于对近似平衡的非平衡状态和过程的研究。20世纪60年代，开始了对远离平衡的非平衡状态和过程的研究以后，热力学理论取得了重大进展。在历史的发展进程中，L. 昂萨格和I. 普里高京做出了重要贡献。

热力学方法的特征 热力学的基本规律是热力学的三个定律，从这些定律出发，用数学方法加以演绎推论，即可以得到描写物质体系平衡的热力学函数及函数间的相互关系，再结合必要的热化学数据，解决化学变化、物理变化的方向和限度，这就是化学热力学的基本内容和方法。

经典热力学是宏观理论，它依赖于物质的微观结构。分子结构理论的发展和变化，都无需修改热力学概念和理论，因此不能只从经典热力学获得分子层次的任何信息。并且它只处理平衡问题而不涉及这种平衡状态是怎样达到的，只需要知道体系的起始状态和终了状态，就可得到可靠的结果，不涉及变化的细节，所以不能解决过程的速率问题。欲解决上述问题，需要利用其他学科如化学统计热力学、化学动力学等的知识。

gaowen huaxue

【高温化学】 指研究温度在500 K以上的化学现象的学科。传统的高温化学研究500～3 000 K范围的现象，而通过选择能态的激光激发能产生的有效温度为10^8K，称为超高温化学。

在一般温度下，物质间的化学反应遵循定比定律和其他基本定律，原子间只能以小整数比结合，在高温条件下（如在1 000～3 000 K）的凝聚体系中，这些定律不能得到精确的遵循，这是由于物质内部的分子或原子的转动和振动以及电子态的相对布局数得到提高，使高温条件下的化学行为表现出一些新的特征。高温化学通常遵循以下三个基本定律：

①在高温下一切物质可相互反应；②温度越高，反应越快；③产物可以是任何物质。

由于在高温下可能得到的物质种数无限多，而且物质的组成不再有简单、固定的整数比的限制，因此，高温合成化学为化学家们增加可能的化学反应种类提供了一个重要的途径。

研究内容 高温化学的研究内容主要有以下几个方面：①表征在高温下所有分子、离子和凝聚相的特性——分子的组成、结构、能级、热力学性质和化学键的形成等细节；②建立化学反应速度和分子性质之间的相互关系；③研究化学合成和制备新材料的独特方法；④在能量的产生、转换和贮藏方面，发展产生、容纳或利用高温流体的新技术。

1. 气态物种数：在高温条件下，无机物的热分解、蒸发和升华的研究表明，其包含的物种数远较常温下复杂。在高温气体中许多无机盐可以气态分子的形式存在，如碱金属的硫酸盐和碳酸盐；在常温下的许多液体和气体分子在高温下则以多聚体存在，如Ar、CO_2、H_2O的存在形式是$(Ar)_m$、$(CO_2)_n$、$(H_2O)_q$；在更高的温度下，元素还可以不同的氧化态存在，进而使分子的种类大大增加。

2. 凝聚体系：在高温下的凝聚体系中，原子间的结合可以不遵循一般的化学基本定律，其原子个数比也不一定是小的整数比，通过相图分析的结果证明人们可以创造无限多的晶体，如人们能够制备化学式量为$Ta_1O_xC_{1-x}$的TaOC相，而且在晶体中要检测氧的存在是非常困难的，因为晶格中氧和石灰原子的大小几乎相同。在氮氧化物相和许多氧化物、硫化物、碳化物、硼化物及其他体系在极宽的组成范围内形成基本上连续的固态溶液，合金组成的变化也同样复杂。在$MgAl_2O_4$中，Al^{3+}离子能占据一些Mg^{2+}的位置或Mg^{2+}能够占据一些Al^{3+}的位置，以致在性质上有一个几乎连续的变化。

3. 化学动力学：依据多相动力学的观点对高温化学行为进行研究，包括各种腐蚀性气体和各种纯金属、合金和陶瓷结构材料的表面之间的相互作用速度，以及各种化学式量的固体对各种气体的反应，如烃的精炼、SO_3或NH_3的制备、或$CO + H_2$制甲醇、CO变为CO_2、或NO_2变为N_2和O_2的催化转化等的催化效应。

1 000 K以上的均相气体动力学主要涉及原子和分子物种的反应，这些物种在高温下，如在典型的火焰中是稳定的。在火焰动力学中，电子、原子离子或分子离子的重要性也已被承认。

高温动力学的另一个领域是研究这样一些原子和分子的反应速度，这些原子或分子是用光化学、激光脉冲、电弧激发，或脉冲热离解过程产生的，然后让它们在较高压体系中通过无规则的碰撞而起反应，或在低压体系中用分子束技术而起反应。用目前可得到的可调染料激光器对特殊能级的选择激发是可能的。

研究方法 为获取精确的化学式量关系和结构数据，需要有相应的实验技术测量高温区的热力学和动力学信息。所用的方法很多，有：①高温物种与低温分子的反应技术，即通过产生高温气体，然后使其与维持在低温（约190℃）表面上的低温分子反应，为获得原子或分子的参数——能级、频率、键角的详细资料提供了可能；②电化学技术是获得高温热力学数据的独特途径之一，人们通过设计灵巧的实验方法，并据此方法得出的数据可在很宽的温度范围内推导出非化学式量相的高精度生成自由能，但这种方法在1 500 K以上时，由于蒸发、熔化和高的扩散给使用带来困难；③量热法，是利用电子轰击加热和悬空加热的方法，其温度

可达3 000 K以上。用电子轰击加热时，使电子从热离子发射体（如包覆层为钍的钨）出来，通过几千伏的电位降加速它们以冲击导电样品，并借助动能的传递和材料的电阻所产生的热来升高样品的温度。悬空加热法是用标准高频感应加热器和一副对绕的线圈完成的，重达1 000 g的样品能被悬浮、熔化和在控制气氛的无容器中铸造，如铜、金、铂、石墨等。悬空量热法已用于测定许多固态和液态的金属、合金和导电化合物的熔化和热容；④监控技术，如快速扫描红外光谱、电子自旋共振波谱和质谱，是用于研究高温化学动力学的典型技术。在分子-离子反应中广泛采用质谱仪监测气体的反应速度。

展望 产生高达 10^8 K 的温度和测量分子参数、热力学性质和动力学参数的技术正在迅速发展，并广泛应用于高温化学领域。由于这个领域涉及周期表的所有元素和能做到的所有各种类型的观测和测量，因此几乎每种类型的实验和理论工作都在高温化学领域开展并取得了重大进展。如人们已能制造许多新型的反应物，在制作电子管电路图时广泛采用的离子喷镀技术等。高温化学与物理学、工程学、工艺学结合，开拓了新的跨学科领域的研究。由于几乎原子的任何一种结合形式在某种温度和压力下都是稳定的，因此用目前已有的理论无法预见化学上无限复杂的体系中的每一位成员的性质。

fenxi huaxue

【分析化学】 分析化学是一门关于研究物质化学组成和结构信息的科学，是化学的一个重要分支。其主要任务研究是：①物质中有哪些元素和（或）基团；②每种成分的数量和物质纯度如何；③物质中原子彼此如何连接成分子，在空间如何排列。研究对象从单质到复杂的混合物和大分子化合物，从无机物到有机物，从低分子到高分子。样品可以是气态、液态和固态。取量可由百克以上到毫克以下等。分析化学以化学基础理论和实验技术为基础，并吸收物理、生物、统计、电子计算机、自动化等方面的知识，从而为解决当今科学和技术中所提出的各种问题提供了更为有效的途径。

分析方法分类 分析方法种类繁多，依据所选取的角度不同可进行适当分类。

1. 定性分析和定量分析：依据对样品分析的精确程度，可分为定性分析和定量分析。定性分析包括对分析样品中原子或原子团的鉴定。定量分析包括对化合物成分或混合物组分的相对比例的测定，具体又可大致分为：①重量分析法：将物质各组分分离后测定其重量的分析方法；②容量分析法：此法将一种已知浓度的试剂滴加到被测物质的试液中，根据完成化学反应所消耗的量来确定被测物质的量；③光学分析法：根据物质对光的发射、吸收和散射等性质而建立起来的分析方法；④电化学分析法：建立在溶液的电化学性质（如电极电位、电流、电量等）上的分析方法；⑤光谱分析法：通过测定电磁辐射和分析物质子或分子之间的互交作用，或测量分析物本身产生的辐射，对物质进行分析的一种方法。

2. 化学分析和仪器分析：按照分析方法的原理可分为化学分析和仪器分析。以物质的化学反应为基础的分析方法称为化学分析，以物质的物理和物理化学性质为基础的分析方法称为仪器分析法。仪器分析和化学分析之间难以划分严格的界限，也有介于两者之间的方法，例如中子活化分析通常是采用中子活化待测元素，使其成为具有放射性的同位素，然后通过测量同位素的放射性强度来进行定量分析。就中子活化反应来说，它属于化学反应，而测量其放射性强度又是一种仪器分析手段。仪器一般指大型仪器，如核磁共振仪、X 射线荧光仪、X 射线衍射仪、质谱仪等。仪器分析又可分为光学分析法、电化学分析法、色谱分析法及其他仪器分析方法。

3. 无机分析和有机分析：按样品的性质可分类为无机分析和有机分析。天然产物和工业制品中的无机物，如岩石、钢铁、合金、矿物酸等的分析属无机分析；石油、染料、塑料、食品、合成药物等的分析属有机分析。

此外，还可根据样品的多少分类为常量分析、半微量分析、微量分析、超微量分析、痕量分析等，这几样分析方法的样品取样量范围见下表。

样品取样范围与分析方法的分类

方法名称	样品的大约取量
常量分析	$10^2 \sim 10^3$ mg
半微量分析	$10 \sim 10^2$ mg
微量分析	$1 \sim 10$ mg
超微量分析	$10^{-2} \sim 10$ mg
痕量分析	$10^{-3} \sim 10^{-1}$ mg

分析方法的选择依据 分析方法要力求简便，不仅野外作业（诸如地质普查、化学探矿、环境监测、土壤检测等）需要简便有效的分析方法，室内例行分析工作也如此。因为在不损失所要求的准确度和精度的前提下，简便方法步骤少，可以缩短时间、减少人力、降低损耗。

理想的分析方法一般大体上要符合以下几点：①选择性最好，具有专一性，即干扰极少，这样就可以减轻或省略分离步骤；②灵敏度最高，从而少量或痕量组分即可测定；③测量范围最广，大量和痕量均能测定；④能测定的元素种类和物种最多；⑤方法简单，即易于操作而无需很高的技巧；⑥精密度和灵敏度最高；⑦经济实惠。

样品分析的一般步骤 对一个样品进行定量(含定性)分析,一般可按照下图所示的步骤进行。

试样的采取和制备 ⇒ 试样分解 ⇒ 干扰的消除 ⇒ 测定 ⇒ 数据处理和结果评价

试样的采取要有代表性,对于不均匀的固态物质,如矿石和煤炭等应按规定手续取样。否则,分析结果不能代表原物质,徒然浪费人力物力。因此采样是一项复杂的操作,应根据物料的性质、组分的均匀程度、物料的数量以及存放状况等,按规定在不同的部位,选多个点进行采样。

试样的分解必须满足以下条件:①被测组分应定量地转入溶液,即所谓分解完全,并使其状态有利;②分解过程中避免引入干扰组分和被测组分。常用的试样分解方法有溶解法和熔融法。有些样品能溶于水、酸或混合酸碱以及有机溶剂中,上述办法不能溶解的,可改用熔剂熔融。熔剂可分碱性(如碳酸钠)、酸性(如硫酸氢钾)、氧化性(如过氧化钠)、还原性(如硫代硫酸钠)。如果欲分析的成分较易挥发或熔融温度高,对坩埚腐蚀严重,则可改用烧结,即将颗粒表面部分熔化。史密斯法用氯化铵和碳酸钙与硅酸盐岩石混合和烧结,以测定其中的碱金属便是一例。有机化合物和生物样品可采用干法或湿法灰化。干法灰化为在充分氧气存在下加热至炭化并逐渐燃烧,或在较低温度用原子氧氧化(低温灰化)。湿法灰化利用氧化性酸(如硝酸、高氯酸、浓硫酸)氧化样品。干法、湿法各有其优缺点,须视样品而定。

fangshe huaxue

【放射化学】 指研究放射性物质的化学性质和核转变的化学。放射化学与原子核物理对应地关联和交织在一起,成为核科学技术的两个兄弟学科。放射化学主要研究放射性核素的制备、分离、纯化、鉴定以及它们在极低温度时的化学状态,核转变产物的性质和行为以及放射性核素在各学科领域中的应用等。放射化学广泛应用于各个学科领域,从探索原子奥秘、核能利用、辐射育种、放射治疗直至史料年代鉴定、放射性跟踪等,几乎渗透到了数、理、化、天、地,以及所有新兴的重要技术领域。

研究内容 初期的放射化学主要研究放射性元素及其衰变产物的化学性质和属性,随着人工放射性和原子核裂变的发现,反应堆和高能加速器的建立等,对放射化学的发展有深远的影响,使放射化学内容得到充实和发展。近代放射化学大体研究以下几个方面的内容:

1. 放射性元素化学:研究天然放射性元素和人工放射性元素的化学性质和核性质,以及提取、制备、纯化的化学过程及工艺,重点是核燃料铀、钚、超铀元素及裂片元素。

2. 核化学:原子核的反应性质、结构、分离、鉴定等的一门学科。

3. 放射分析化学:研究放射物质的分离、分析以及核技术在分析化学中的应用。成熟的方法有:中子活化分析、带电粒子活化分析、带电粒子激发荧光分析、同位素稀释、穆斯堡尔谱学以及正电子淹没技术等。

4. 应用放射化学:研究放射性核素及其标记化合物和辐射源的制备在工业、农业、科学技术、医学等领域中的应用。重点是用反应堆和加速器生产各种高比活度或无载体的放射性核素和辐射源。

研究特点 放射化学的对象是放射性物质,可以充分探测放射性物质的现代技术,故具有普通化学所没有的许多优点。

1. 灵敏度高。对于样品中含有几百万分之几或更少的痕量元素,绝大部分可用活化分析对其进行定性和定量分析,根据元素的不同,定量测定其在 10^{-8} ~ 10^{-12} g 之间的质量。

2. 易于鉴别。每种放射性核素除可以普通化学性质识别外,还可以其独特的放射粒子的性质、能量、半衰期以及衰变的母子关系进行鉴别。

3. 同位素示踪。利用放射性同位素与稳定同位素的化学性质极为相似的特点,在一个分子内部标记某一特定原子,可以提供有关反应机理的细节。

4. 辐射效应。放射性衰变中发出各种射线的能量远大于环境物质的化学结合能,致使所研究的体系产生一系列辐射分解、辐射氧化-还原、辐射催化、发热发光及生物化学变化等辐射效应。在强放射性体系中,辐射效应导致的化学物质变化甚为显著。

5. 低浓度行为。多数放射操作中,放射性核素的浓度极低,离子间的荷电性质相应突出,容易形成放射性胶体或气溶胶,弥散或附着于环境化学物质上。

放射化学安全技术 为防止意外事故发生或减少外照射,操作放射性物质时应先进行操作演习,直至熟练稳妥,以期在最短的时间内完成放射性化学操作,避免放射性事故。当操作超过国家规定允许剂量的放射性物质时,需要采取特殊的放射化学技术。对于放射性气体,为防止其微粒进入大气,产生内照射,应在工作箱中进行放射化学操作。箱内外加适当的屏蔽,使射线对人体的外照射在允许剂量以下。使用放射性溶液或固体时,为减少外照射,应用特制工具。如用机械手以替代手直接接触放射性容器,用移液管转移溶液,用离心管分离沉淀,使用吸附性物质比玻璃少的石英器皿。对强放射性物质的溶液或半干燥固体内辐射分解水而发生爆炸性气体,应加以注意。在处理放射性废物的过程中,须按有关规定进行妥善处理,要达到国家允许标准以下才能排放。强放射性废物须到专门场

地进行处理。

huanjing huaxue

【环境化学】 是研究化学物质(包括人为污染物和天然污染物)在自然环境中所发生的化学现象及对环境影响与生态效应的科学,是环境科学中的一个重要分支学科。它应用化学的原理、方法和技术阐明开放介质,如大气、水体、土壤环境中化学污染物的来源、积累、分布、存在的化学结构形态,在迁移、转化、归宿过程中的化学特性及其化学行为与变化规律,以及对生态系统的效应等问题。

形成 环境化学是在无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、化学工程学的基础上形成的。人们对于水化学、大气化学、土壤化学等早就开始了研究。但研究工作主要是围绕着资源的开发和利用进行的,很少注意环境污染问题。随后,人们大量使用煤油作为燃料,底层大气中的二氧化硫、一氧化碳、一氧化氮、二氧化氮以及颗粒物等含量不断增加,以致接连发生由煤烟引起的烟雾污染事件。第二次世界大战后,又大量使用石油作燃料,出现了光化学烟雾污染等问题,从而使人们对大气的化学研究,包括对臭氧、过氧二酰硝酸酯、醛类、酮类、铅尘、酸雾的分布状况、生成机理和化学反应动力学的研究。另外,核爆炸把放射性尘埃抛射至平流层,造成全球性放射性污染,超音速飞机在平流层飞行,排出大量的氮氧化物等,对臭氧层有破坏作用,又使大气的化学的范围由对流层扩展至平流层。

随着城市的扩大和工业的发展,大量的生活污水和工业废水排入水体。进入水体的化学物质,或者通过饮水,或者通过食物链危害人体健康,促使人们对水体的化学研究从生化耗氧、自然净化、卫生学等方面的研究发展到水的环境毒理学、水生生态平衡等方面的研究。进入水体的化学物质即使数量很少,通过生物富集,最终也会危害人类,所以对物质的量的研究,也从常量的急性中毒到微量的慢性中毒。

化学肥料和农药的施用,以及工业和生活废弃物进入土壤,造成农药、重金属和其他化学物质在土壤中的积累,并进入农作物中。日本的痛痒病事件,主要是用含镉的矿山废水灌溉农田的结果;农药盗瘟醇进入稻秆,在堆肥中分解为四氯苯甲酸,含有这种物质的肥料会引起秧苗的畸形。因此,人们对土壤的化学研究也从研究土壤的化学物质的分布、积累、迁移、转化等方面的宏观研究,逐渐发展到从细胞水平研究其毒性以及致畸、致突变、致癌作用的机理等方面的微观研究。在此基础上,尤其是20世纪60年代以后,对化学物质在大气、水体、土壤等自然环境中引起的化学问题,从保护自然生态和人体健康的角度出发,成为重要的、亟待解决的问题。为了探讨这些问题,逐渐发展了新的研究方法和手段,提出了新的观点和手段,形成了一门新的化学分支学科——环境化学。另一方面,环境化学与环境科学的其他分支有着密切联系,因而它又是环境科学的一个组成部分。

特点 ①研究体系的复杂性:由于环境中化学污染物一般是人工合成的并在环境中与原有的天然污染物共存,而且污染物在环境中可以发生化学反应或物理变化,即使是一种化学污染物,所含的元素也有不同的化合价和化合态的变化。因此,环境化学的研究对象是一个多组分、多介质的复杂体系。②研究的灵敏性、准确性:化学污染物在环境中的衡量是很低的,一般只有百万分之几或十亿分之几的水平,但是分布范围广泛,且处于很快的迁移或转化中。为了求得这些化学污染物在环境中的含量和污染程度,不仅要对污染物进行定性和定量的检测,而且还要对其毒性和影响作出鉴定,这就决定了环境化学的分析技术和方法具有一定新的特点,如要求对污染物进行灵敏、准确、连续、自动的分析等。③跨学科的特点:研究化学污染物在环境中的迁移、转化和归宿,特别是污染物在环境中的积累、相互作用和生物效应等问题。包括化学污染物的致畸、致突变、致癌的生化机理、化学物质的结构与毒性之间的相关性,多种污染物典型的协同作用和拮抗作用、化学机理以及化学污染物在食物链传递中的生化过程等问题,需要用化学、生物、医学和地理学等许多学科的基础理论和方法进行研究,从而推动了环境化学和这些学科的互相渗透、互相促进(具跨学科的特点)。

分类 狭义的环境化学是指环境污染化学。从环境污染要素污染的角度,可划分为大气污染化学、水污染化学和土壤污染化学。广义的环境化学,则可分为环境分析化学、环境外化学和环境控制化学等主要分支。

1. 环境分析化学:研究自然环境各组成要素质量变化的规律,进行环境中化学物质的鉴别、分析,了解环境本底水平与污染物排放浓度,开展环境污染物及痕量化学物种的各种测定、分析方法与技术的研究。

2. 环境污染化学:阐明化学物质在环境中的化学行为、反应机制、化学特性的表征及其在动态过程中的规律,着重评价自然资源开发和利用所引起的环境影响、生态效应及其发展趋势等。

3. 环境污染控制化学:研究对污染源进行有效控制,对"三废"进行综合利用,使资源得到使用等,这是环境污染化学的主要任务,这也是环境工程学的组成部分。

(四)系统科学

xitong

【系统】 系统是具有特定功能的、相互间具有有机联系的许多要素所构成的一个整体。为了更完整地解释系统的概念,有的科学家曾试图用微分方程组、积分微分方程组成集合等数学定义来描述它。总体看,将系统视为一个集合的概念,得到了多数科学家的认可,如美国的韦氏大辞典中,系统一词被解释为"有组织的或被组织化的整体;由有规则的相互作用、相互依存的形式组成的诸要素集合";在日本国家标准中,系统被定义为"许多组成要素保持有机的秩序,向同一目的行动的集合体";美国学者阿柯夫认为,系统是由两个或两个以上相互联系的任何种类的要素所构成的集合。一般系统理论的创始者美籍奥地利理论生物学家贝塔朗菲认为,系统的概念是极为宽广的,它描述各种不同学科所研究的大量对象的最一般的特征。他在其所著的《一般系统论的历史与现状》一书中给出的系统一般定义为:处于一定的相互关系中并与现境发生关系的各组成部分(要素)的总体(集)。

通常系统具有下述特性:一是集合性。它表明系统是由两个或两个以上的可以互相区别的要素所组成的。二是相关性。它说明系统要素之间是有特定关系的。三是阶层性。它说明系统作为一个相互作用的诸要素的总体,可分解为一系列的子系统,并存在一定的层次结构。四是整体性。它说明具有独立功能的系统要素以及要素间的相互关系是根据逻辑统一性的要求,协调存在于系统整体之中。五是目的性。它表明系统都具有某种目的,要达到既定的目的,系统都具有一定的功能,而此功能也正是区别系统不同之处的标志。六是环境适应性。它表明系统存在于一定的物质环境之中并且与此环境发生物质的、能量的和信息的交换,外界环境的变化必然会引起系统内部各要素之间的变化。系统必须适应外部环境的变化才能得以生存和发展。

xitonglun

【系统论】 系统论是研究系统的模式、原则和规则,并对其功能进行数学描述的一门学科。

系统论中的系统是指一个要研究和处理的对象。根据所研究的对象不同系统所包含的范围也不同。如一台机器可看做由多个零部件组成的系统,而一项工程可看做由多种技术门类组成的系统。自然界是一个有机的统一体,它的各个组成部分相互联系、相互制约,各自形成相对独立的系统。每一种系统内部都是有层次、有组织的,由此构成一个整体,保持动态的相对稳定和突变。这些系统按其性质不同又可分为自然系统、社会系统、思维系统及它们的复合系统。系统论就是用一种统一的观点和科学方法来研究各类不同的系统。

系统论的发展可以追溯到古代人们对于自然的认识。我国古代农事的二十四个节气和中医的阴阳五行就包含着系统思想。但将系统论上升为科学还是近几十年的事。一般把美籍奥地利理论生物学家贝塔朗菲看成是系统论的创始人,从20世纪二三十年代起他就提出"机体系统论"的观念,20世纪60年代他发表的"一般系统论"论著把生物机体系统论引申到社会文化领域,提出了比较完整的系统哲学。此后,物理学家普里高津的"耗散结构论"和哈肯的"协同学"为系统论绘出数理的框架。

系统论是现代经济和科学技术发展的必然结果,它反映了人们认识和改造世界的深度和广度。计算机技术的广泛应用为系统论的建立和发展提供了有利条件。系统论在处理和解决诸如交通运输、环境保护、安全、人口控制、能源消耗和科研项目等一系列复杂社会问题中正发挥越来越大的作用。

当前系统论主要的研究课题大致有四个方面:①系统的基本理论、基本范围和发展规律;②系统分析技术和方法论;③系统哲学及与认识论的关系;④系统论在社会和经济发展中的地位和作用。

国内外对系统论和系统分析方法的研究和应用都比较重视。美国早在1954年就成立了"一般系统学会",出版了"一般系统"刊物,一些大学还开设了系统论课程。在实施其研制原子弹的"曼哈顿"计划和"阿波罗登月"计划中系统论得到重要应用。我国近20年来系统论的研究和应用也得到迅速发展,成立了系统工程研究会,创办了"系统工程理论和实践"刊物。钱学森发表了"论社会系统工程"等论著引起社会广泛重视。系统论和系统工程的研究应用正越来越受到各国学者的关注。

xinxilun

【信息论】 信息论是一门用数理统计方法来研究信息的度量、传递和变换规律的科学。它主要是研究通讯和控制系统中普遍存在着信息传递的共同规律以及研究最佳解决信息的获限、度量、变换、储存和传递等问题的基础理论。

信息论的研究范围极为广阔。一般把信息论分成三种不同类型:

1. 狭义信息论　是一门应用数理统计方法来研究信息处理和信息传递的科学。它研究存在于通讯和控制系统中普遍存在着的信息传递的共同规律,以及如何提高各信息传输系统的有效性和可靠性的一门通

讯理论。

2. 一般信息论　主要是研究通讯问题,但还包括噪声理论、信号滤波与预测、调制与信息处理等问题。

3. 广义信息论　不仅包括狭义信息论和一般信息论的问题,而且还包括所有与信息有关的领域,如心理学、语言学、神经心理学、语义学等。

信息就是一种消息,它与通讯问题密切相关。1984年贝尔研究所的申农在题为《通讯的数学理论》的论文中系统地提出了关于信息的论述,创立了信息论。维纳提出的关于度量信息量的数学公式开辟了信息论的广泛应用前景。1951年美国无线电工程学会承认信息论这门学科,此后得到迅速发展。20世纪50年代是信息论向各门学科冲击的时期,20世纪60年代信息论不是重大的创新时期,而是一个消化、理解的时期,是在已有的基础上进行重大建设的时期。研究重点是信息和信源编码问题。到20世纪70年代,由于数字计算机的广泛应用,通讯系统的能力也有很大提高,如何更有效地利用和处理信息,成为日益迫切的问题。人们越来越认识到信息的重要性,认识到信息可以作为与材料和能源一样的资源而加以充分利用和共享。信息的概念和方法已广泛渗透到各个科学领域,它迫切要求突破申农信息论的狭隘范围,以便使它能成为人类各种活动中所遇到的信息问题的基础理论,从而推动其他许多新兴学科进一步发展。目前,人们已把早先建立的有关信息的规律与理论广泛应用于物理学、化学、生物学等学科中去。一门研究信息的产生、获取、变换、传输、存储、处理、显示、识别和利用的信息科学正在形成。

信息科学是人们在对信息的认识与利用不断扩大的过程中,在信息论、电子学、计算机科学、人工智能、系统工程学、自动化技术等多学科基础上发展起来的一门边缘性新学科。它的任务主要是研究信息的性质,研究机器、生物和人类关于各种信息的获取、变换、传输、处理、利用和控制的一般规律,设计和研制各种信息机器和控制设备,实现操作自动化,以便尽可能地把人脑从自然力的束缚下解放出来,提高人类认识世界和改造世界的能力。信息科学在安全问题的研究中也有着重要应用。

kongzhi lun

【控制论】　控制论是研究生命体、机器和组织的内部或彼此之间的控制和通信的科学。控制论的建立是应用数学史上令人注目的大事。1948年,诺伯特·维纳出版了跨时代著作《控制论》,开辟了崭新的研究领域。

控制论的核心问题是信息,包括信息提取、信息转播、信息处理、信息存储和信息利用等一般问题。控制论的研究对象是一切可控系统。控制论的数学基础就是用吉布斯统计力学来处理控制系统的数学模型。

就其理论基础而言,控制论大体经历了经典控制理论、现代控制理论和非线性控制理论这三个阶段。经典控制理论由维纳创立,其形成、发展与广泛应用的时间大致在1948—1957年。经典控制理论以反馈为核心,把具有单一输入和单一输出的线性自动调节系统作为主要研究对象,研究的主要内容是自动调节系统的稳定性,所采用的数学模型则以传递函数描述,分析、综合调节系统的主要方法是频域法(即频率响应法),所能达到的目的,基本是实现局部自动化。

现代控制理论是于20世纪50年代末至60年代初在大量工程实践基础上逐渐形成,它由美籍匈牙利学者卡尔曼奠定,由卡尔曼及前苏联数学家邦德里稚金,美国数学家贝尔曼等发展。现代控制论的特点是用状态空间法或时域法研究控制系统,允许多输入、多输出;它按照概率性的最优准则来设计最优状态估计,即利用卡尔曼滤波;它的理想控制方案是使目标函数达到最优来设计的,因而和动态规划有密切关联。

现代控制理论大体包括:多变量控制、系统辨识、最优估计和最优控制等主要内容及自适应控制等问题。以现代控制理论进行系统设计,大大改善了系统的精度及技术经济指标,在许多部门被广泛应用。20世纪70年代以来,控制论工作者提出频率(经典控制论中着重用频率法研究控制系统)、时域(状态空间法)统一处理的新方法,将现代控制理论与经典控制理论融合,得到一些新方法,称之为大系统理论。这一新的领域是控制论与运筹学、信息论的结合。

非线性控制理论起源于20世纪70年代伯劳凯特等人将微分几何方法引入到控制问题中。由于大多数工程控制问题都是非线性的,它一提出来就受到诸多学者的注意。罗马大学教授依色多锐曾预言,这将会给控制论带来突破性进展。伯劳凯特提出的精确线性化理论近年来尤受注意。

现代社会的许多新概念和新技术往往与控制论有着密切的联系。1975年在布加勒斯特召开的第三届国际控制论与系统大会上以控制论与经济系统作为主体,确认了经济控制论这一新兴学科。与此同时,在西欧和日本、美国还出现了管理控制论。1978年在荷兰召开的第四届国际控制论与系统大会上以控制论与社会作为主题,确认了社会控制论这一独立的分支科学。1979年,中国控制论科学家宋健等人用控制论的思想和方法解决了人口发展趋势的中长期预报和最优控制等问题,创立了人口控制论。控制论的另一个重要分支——生物控制论(研究生物中的控制规律、信息传递和处理过程的科学)也取得长足进展。当前,包括我国在内的一些国家,正在从事自组织系统与其有关

的神经元模型、感觉器官模型、脑模型等内容的研究以及医学控制研究，并取得了重大成果。控制论通过信息和反馈建立了工程技术与生命科学和社会科学之间的联系，因此控制论具有明显的跨学科性质。生产的安全管理也与控制论密切相关。

xitong gongcheng

【系统工程】 系统工程是一门新兴的边缘学科，尚处于发展阶段，还不够成熟，至今还没有统一的定义。

我国著名学者钱学森指出："系统工程是组织管理系统的规划、研究、设计、制造、试验和使用的科学方法，是一种对所有系统都具有普遍意义的方法。"1977年日本学者三浦武雄指出："系统工程与其他工程学科学不同之点在于它是跨越许多学科的科学，而且是填补这些学科边界空白的边缘学科。因为系统工程的目的是研制一个系统，而系统不仅涉及工程学的领域，还涉及社会、经济和政治等领域，所以为了适当地解决这些领域的问题，除了需要某些纵向技术以外，还要有一种技术从横的方向把它们组织起来，这种横向技术就是系统工程。"1975年《美国科学技术词典》指出："系统工程是研究复杂系统设计的科学，该系统由许多密切联系的元素所组成。设计该复杂系统时，应有明确的预定功能及目标，并协调各个元素之间及元素和整体之间的有机联系，以使系统能从总体上达到最优目标。在设计系统时，要同时考虑到参与系统活动的人的因素及其作用。"

综上所述，系统工程是以研究大规模复杂系统为对象的一门交叉学科。它把自然科学和社会科学中的某些思想、理论、方法、策略和手段等根据总体协调的需要，有机地联系起来，把人们的生产、科研或经济活动有效地组织起来加以综合运用，特别是应用定量分析相结合的方法和电子计算机等技术工具，对系统的构成要素、组织结构、信息交换和反馈控制等功能进行分析、设计、制造和服务，从而达到最优设计、最优控制和最优管理的目的，以便更充分地发挥人力和物力的潜力，通过各种组织管理技术使局部和整体之间的关系协调配合，以实现系统的综合最优化。由此可见，它不是传统意义上的"硬"工程技术（如土木工程、水利工程、机械工程等），而是关于组织管理的一种"软"工程技术。系统的安全管理也可作为系统工程的一个方面来研究。

系统工程的理论是在一般系统论、大系统理论、控制论、运筹学、计算技术和现代管理科学等学科的基础上相互渗透、交叉发展而成的。系统工程方法则是应用这些学科技术来实现系统的模型化和最优化，把定性分析和定量分析紧密结合，进行系统分析和系统设计。其基本特点是：

1. 研究方法上的整体化。即不仅把研究对象看作一个系统整体，而且把研究过程也看作一个整体，以整体协调的需要来研究局部问题，并选择优化方案，综合评价系统的效果。

2. 综合应用各种科学技术。大规模复杂系统都是一个技术综合体，它要求从系统的总体目标出发，综合运用各种科学技术，并使它们协调配合而达到系统整体的优化。

3. 管理的科学化。一个工业企业往往存在两个并行的过程，一个是生产过程，一个是对生产过程的规划、组织和控制的过程。只有通过科学的管理，才能充分发挥生产技术的效能。

系统工程是一门工程技术，它的研究对象不限定于特定的工程物质对象，任何一种物质系统或概念系统都可以作为它的研究对象。系统工程作为一门交叉学科，日益向多种学科渗透和交叉发展。系统工程应用很广，用于工程体系的为"工程系统工程"，用于军事体系的为"军事系统工程"，此外还有"农业系统工程""经济系统工程""行政系统工程"等。

guanli xinxi xitong

【管理信息系统】 管理信息系统是收集和加工系统管理过程中有关的信息，为管理决策过程提供帮助的一种信息处理系统，英文缩写 MIS。管理信息系统是根据对象系统的目的而建立的，有大容量数据库支持的，以数据处理为基础的计算机应用系统。它可以支持事务处理，信息服务和辅助管理决策。管理决策过程中采用的决策支持系统（DSS）则是以求解半结构化和非结构化的决策过程为特征的计算机应用系统，它用于有关模型辅助管理人员解决某些非确定性的问题。

管理信息系统的建立和运行需要用到多种学科的成就，包括计算机科学、统计学、宏观和微观经济学、运筹学、控制论和系统工程等。管理信息系统对于一个单位、地区、国家的持续繁荣和稳定，具有巨大而深远的影响。管理信息系统也是安全科学的一个基础。

1. 管理信息是反映和控制管理活动的信息，是管理决策的重要依据。管理信息可分为操作管理信息、战术管理信息和战略管理信息三个层次：①操作管理信息，是基层管理人员执行具体任务，完成日常业务工作所需要的信息，它是管理信息中的最低层次，与每人每天的业务工作有关；②战术管理信息，是部门负责人做出关系局部和中期利益决策所需要的信息；③战略管理信息，是企业高层管理人员做出关系全局和长远利益决策所需要的信息，用于确定企业的目标和达到目标所采取的战略。

2. 用于管理上的信息有以下六类：

（1）原始的信息和经过加工的信息。原始的信息

指基层单位的原始的记录，即用数字和文字对某项活动最初的直接记载，这是最广泛、最基本、最经常、最大量的信息资料，也是信息工作的基础，它对于信息的质量有决定影响。对原始信息进行加工处理，即成为适合于各级管理层需要的加工信息。

(2)反映系统内部状态的信息和反映外部环境变化的信息。任何管理系统，都处于一定环境之中，受环境的约束，所以不但了解自身组织机构内部运行情况，还必须取得外部环境变化的信息。

(3)关于过去和预测未来的信息。描述和反映已经发生的管理活动和管理过程，并且进行分析和评价，这都是现代管理的需要。决策与计划是面对未来的，因此不能只研究过去的历史，还必须提供揭示未来，预测未来的信息。

(4)经常变动的信息和相对稳定的信息。前者如企业生产日报表等反映生产过程每一时间变化的信息，为经济控制和管理调度所必需。这种信息具有较强的时效性，并且常常只有一次使用价值，人们通过对大量的不断变化的信息的长期观察和分析，揭示管理过程的内在联系和活动规律，形成各项规章制度和工作标准等，则是相对稳定的信息。

(5)常规性信息和渴望性信息。前者反映正常管理活动，按照一定程序的连续的形式进行收集和处理。后者指管理活动中特殊的突发的偶然事件，对于这种偶然的非正常事件的信息，通常需要进行特殊的紧急处理。

(6)按制度和规定的渠道传递的信息和从正式渠道以外获取的信息。前者指文件、正式报告和报表等，后者指参观访问、调查研究等。

现代管理所需要的信息是多种多样的，处理方式也各有特点，必须分门别类地进行收集、研究和分析。

3. 系统结构。管理信息系统包括职能子系统和保证子系统两部分。职能子系统按管理系统所担负的职能可划分为生产管理信息系统、市场管理信息系统、财会管理信息系统、库存管理信息系统和行政管理信息系统等。保证子系统指计算机系统和通信技术系统，它为职能子系统有效运行提供物质技术条件，如信息源的设置，信息收集和传递的手段，程序和操作系统，计算机设备和相应的组织机构等。

管理信息系统输入的是数据和信息要求、信息报告、事务处理、决策支持，反馈的是效率和效益。管理信息系统的环境是目标和价值，包括外部环境、组织环境、用户环境和操作环境等。管理信息系统是一种人机系统，主要技术涉及计算机系统、数据库技术、计算机网、通信系统、信息流过程、信息员、操作员和管理人员。管理信息系统软件和相应的组织机构往往成为关键问题。

4. 系统设计。建立管理信息系统的方法很多，其中面向数据流的结构化方法应用最广，它从分析系统内部的数据流动关系着手，据此构造出系统各层数据模型，进行系统分析与设计。

管理信息系统的设计过程包括4个阶段：①系统分析，包括明确目标、对选择的对象进行可行性分析、详细调查、提出初步模型和完全系统分析报告；②系统设计，包括初步设计和详细设计等；③系统实施，包括编写程序、调试运行、编写技术文件、系统维护及转换等；④系统评价，包括系统运行、发现问题及对新系统提出要求。依次往复，构成管理信息系统的生命周期。

kekaoxing gongcheng

【可靠性工程】 可靠性工程是一门运用系统工程方法并权衡经济得失，将系统、设备或装置零部件的不可靠性减少到令人满意的程度，从而进行合理设计和管理的科学。它是预测、预防和控制失效的技术和管理工作。可靠性工程也是安全科学的基础。

可靠性工程是以数理统计及其概率论为基础，并与系统工程、环境工程、技术经济、运筹学、工程心理学、物理学、化学、质量控制技术、生产管理技术以及计算机技术等学科相结合的边缘学科。其主要内容有可靠性试验、可靠性设计、可靠性评估、可靠性检验、可靠性维修和失效分析等。

xitong yunxing

【系统运行】 系统运行指保证系统在投入使用后能进入正常工作状态，在系统寿命周期内，充分发挥系统的功能和效用，实现系统设计目标等所需要的组织管理工作，它包括：

1. 运行信息收集。收集系统的输出（如产量、质量、成本等）和输入的信息，以检验系统是否达到预定的各项技术经济指标。运行信息经过收集和处理后，供系统运行评价使用。

2. 运行决策。根据运行评价和预测期的运行目标，通过定性分析和定量计算，从不同的运行方案中找出最为合适的方案。

3. 运行计划。实现选定方案的具体安排。编制运行计划要考虑能充分发挥系统全部资源的作用，包括设备运行方式、人员配置、资金分配和时间利用等的统筹安排。

4. 运行控制。不可控的系统环境的存在、执行系统功能中人的偶然因素、系统参数的随机变化等，都会导致运行计划在执行过程中出现偏差，需要通过输出信息的反馈，不断调整和处理系统运行中存在的问题，使系统经常处于最优的运行状态。

xitong fangzhen

【系统仿真】 系统仿真指建立系统的模型，并利用此模型进行实验研究的一种方法。它是分析、研

究、评价、预测和设计各类系统的有力工具。系统仿真,在系统研制之前用于规划、评价和预测;在系统研制过程中用于系统设计和精密分析;在系统研制完成以后用于考核设计和训练操作人员。物理仿真是用物理模型,即实物,也称实物仿真。

物理仿真时,模型和系统之间有相似的物理属性,如飞机模型的风洞实验,化学工艺过程的实验工场等。

数学仿真是用数学模型,对被研究系统的数学描述。复杂的数学模型很难用分析方法求解,通常是借助计算机模型(仿真程序)进行实验,故为计算机仿真。由于计算机硬件和软件的迅速发展,计算机已成为系统仿真的主要工具。

fangzhen moxing

【仿真模型】 仿真模型指系统地进行仿真实验建立的一种模型。仿真模型是把对象系统中的物流、信息流以及系统状态的变化规律和因果关系等,根据需要和可能,用各种表达方式(如数学议程、计算机语言、流程图或方框图等)来描述的一种概念模型,然后通过一定的仿真技术进行仿真实验。在企业管理中,仿真模型常用来求解最优管理和最优控制等问题。如生产过程中在制品储备量的最优控制问题,企业内有关服务机构(如工具、机修、运输等辅助业务)的合理配置问题等。此外,一些经济模型也可应用仿真模型获得最优解。

xitong fenxi

【系统分析】 系统分析指以系统总体最优为目标,对系统的各个方面进行的定性和定量的分析。它是一个有目的、有步骤的探索和分析过程,给决策者提供直接判断和决定最优系列方案所需的信息和资料。系统分析人员使用科学的分析技术和工具,对系统的目的、功能、环境、费用和效益等进行充分的调查研究,并收集、分析和处理有关的资料和数据,据此在若干替代方案中建立必要的模型或进行仿真实验,把计算、实验和分析的结果同早先制订的计划进行比较和评价,最后整理成完整、正确与可行的综合资料,作为决策者选择最优系统方案的主要依据。系统分析的要素很多,归纳起来有如下几个方面。

1. 目的。这是系统分析的首要工作。主要有:分析建立系统的根据是否正确可靠;分析和确定建立系统的目的;分析和确定为达到系统目的所必须具备的系统功能和技术条件;分析系统所处的环境和约束条件。

2. 方案。为了达到预定的系统目的,可以制定若干可供选择的方案,通过分析和比较,从中选择出最优系统方案,这是系统分析必不可少的一环。

3. 模型。为了在未曾建立实体系统之前,就能预测系统的有关功能和相应的技术参数,作为今后系统结构设计或评价技术经济指标的依据,可以用一定的系统模型来达到目的。在系统分析中,以建立图像模型和数学模型为主来计算和分析各种方案。

事实上,系统分析就是将数学应用到各种系统的研究中,它的基本思路是:对于要研究的系统建立起一个数学模型,然后把一种数学分析运用到这个数学模型,再把分析的结果应用到原来的系统中。

建立数学模型及解释分析得到的结果需要极丰富的经验。通常借助一台计算机进行数学分析,很难行得通。手续是如此之复杂,以致通常对一个特定系统的系统分析,有必要有一个单独的系统分析。过程的各特殊部分通常由不同的人去完成。理想的情况是,要在数学分析、建立数学模型以及解释所得到的结果之间能够彼此交互作用、互相影响。

这样,系统分析也是应用数学的一部分。系统分析与传统应用数学的区别在于:被研究的系统里经常包含人在内。由于有人在场以及把结果应用到有人的系统中,这就带来很大的复杂性。

系统 为方便起见也可以把一个特定系统的研究分成六个部分:结构、描述部分、判断者、执行者、控制及目标。在各部分与分析每个部分所用到的数学技巧之间有大量的相互联系。一个系统的每个部分通常又依赖于其他部分。

没有一种数学方法是带根本性的。每种数学技巧都是重叠的。这意思是说,对同一系统可以采用许多种数学方法去研究它。

例如,在描述一个系统时,可以采用输入输出模型,或者采用内部机构的运转描述,或者两者都采用。在研究判断者的时候,主要在于鉴定当时谁在采取哪一种判断。在研究执行者的时候,就包含了组织的问题。结构也可能是各种各样的。控制的技巧也是多样化的。必须做的是去决定采用什么技巧以及谁将执行它。最后,一个系统有几个目标,重要的是把它们连成一片。

要着重指出,所有这些都是相互联系的。例如,描述部分就常常依赖于目标。

典型的数学方法 同一个系统可以提出许多数学模型,这里有很大的选择余地,确定性的、随机性的或者适应性的模型都可以采用。

对于描述部分及目标和各种选择就引导到线性规划或非线性规划。如果有足够的时间去采用连续变量的话,就会出现变分法的问题。由于考虑到作判断,就引出动态规划问题。考虑到控制,又会产生许多控制论的问题。承认控制需要时间这一事实,就产生时滞问题。

由于考虑到随机特性又要引出许多概率论的问题。作为一个特殊情况,概率论与动态规划结合就产

生马尔可夫判定过程。

数据流动的问题引出了列表论中一些著名的问题。这些问题是非常困难的，对这方面尚无任何研究。

以上只谈到一般纲要性的内容，还有许多特殊问题是从考虑一个系统的特性而引起的。

典型问题 使用上述的方法以及下面提到的模拟法，就可以研究许多问题。特别是，可以研究下述诸问题：数据流动、妇女地位的改变、规模对实施的影响、集中化与分散化、能量的流动、不同的人对所作判断的影响、各种可能的组织结构、组织结构的稳定性、各系统之间的相互作用、罕见的情形、偶然事件、训练程序和数据显示等。

模拟 在采用常规的数学技巧时，有三个主要困难，即维数、“硬”和“软”的变数同时存在，以及目标之间的冲突。维数表示在描述一个系统时可能含有许多状态变量。这个特点引起了许多严重的困难，但它们可以用各种技巧去克服并予以解决。

更加严重得多的是出现硬变数和软变数以及它们的各种组合。例如，在商业的研究中，雇员的人数是硬变数，而管理质量是软变数。在精神病医院的研究中，每年的病人数目是一个硬变数，而社会的状态是一个软变数。在对一所大学的研究中，大学生的人数是一个硬变数，而教学质量是一个软变数。硬变数和软变数可以用L·沙代所创立的模糊系统的理论进行处理。

在大多数情形中是存在多个目标的。在许多场合下，这些目标是部分地或整体地冲突的。因此，不能简单地写下一个单独的实施判据。幸而，这些问题可以用模拟方法进行研究。模拟容许在极短时间内去研究各种可能性，而不干扰到系统或者系统所涉及的人。

结论 大系统的理论是需要的，因为社会是由大系统组成的，情况更是如此。对大系统有一个了解，这对于继续生存下去是很重要的，如果不去应用它，控制论也就无用了。一些典型的大系统是经济、教育、运输、能源及环境。这些系统并不是独立的，这就使得结合在一起的问题更为有趣和更加困难。

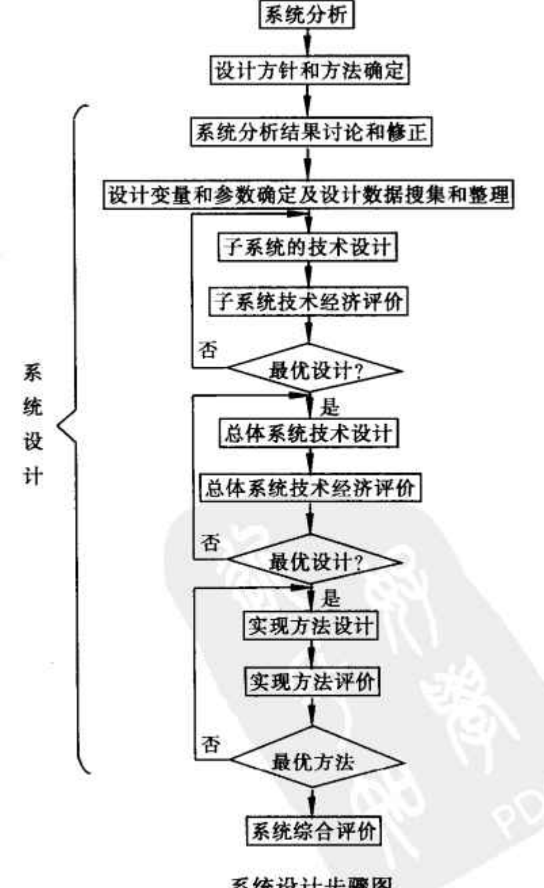
例如，环境问题主要是使用能源而产生的结果。如果执行一个对环境标准的、更加严格的政策的话，这些环境问题就可以被缩小或者甚至完全被消除。但是，由于技术上的限制，一个过分严格的政策将要使社会的正常机能瓦解、秩序混乱以至经济困难。因此，能源、环境和经济是密切地交织在一起的。而且，政府的政策强烈地影响这些互相联系在一起的系统。

然而，由于计算机时代的促进，使得在系统分析中使用定量技术得到了迅速发展。但在某些大系统中使用计算机的效果是不显著的，特别是对那些涉及或依赖于人的认识、判断及执行决定——譬如，信息的条理化和大系统的管理。

xitong sheji

【系统设计】 系统设计指最充分地利用系统分析联合体所能获得的各种信息，设计出能满足系统原定目的的系统技术设计等技术文件。系统设计的内容包括：确定设计方针和方法，将系统分解为若干子系统；确定各子系统的目的、功能及其相互关系；决定对子系统的管理体制和控制方式及对系统进行技术设计和评价等。系统设计步骤如下图所示。进行系统设计时，必须把直接要设计的对象系统和围绕该对象系统的环境一并考虑。前者称作内部系统，后者称作外部系统。两者之间有着相互支援和相互制约的关系。外部系统对内部系统的这种既支援又制约的关系称作“输入”，如社会上对要设计的系统的要求（功能、费用、工期、体积等）和制约条件（资金、原材料、技术支援、信息及环境污染等）。

因此，必须设计出能满足这些要求和制约条件的内部系统。内部系统对外部系统的干扰和影响，称作“输出”。如因新系统的建立给社会提供什么福利和带来什么损害、新系统和同类的原有系统能否并存等。根据对“输出”的分析来修改内部系统和外部



系统设计步骤图

系统的设计。内部系统和外部系统合并起来称作总体系统。系统工程的特点之一就是从总体系统出发来设计内部系统。在系统设计时必须对总体系统进行分解工作，即一个系统分解成若干个子系统，然后对子系统进行技术设计和评价。系统分解的目的在于便于设计，但最终必须合成一个整体。因此，在系统分解的同时，必须考虑系统的合成问题，如各子系统的总体系统的“接口”，子系统的管理体制和控制方式等。

(五)人　类　学

renlei de shehui xuyao
【人类的社会需要】 又称为获得性需要。它是人类所特有的高级需要，与维持人的社会生活，进行社会生产劳动及社会交往等社会活动直接相关。它包括:社交、自尊、自我实现、控制、创造、名誉、劳动、文化、求知等方面的需要。这些需要随个体后天的社会实践的深入发展而发展，是个体通过学习而获得的。随着这些需要的满足，人类的智能也会得到相应的提高。社会需要因人而异，并带有个体方面的鲜明特色。人类的社会需要虽然对维持个体的生命及种族延续无直接关系，但对于人类社会来说，它却比人类的生理需要更为重要。

renlei gongxiaoxue
【人类工效学】 又称为人体工程学、人体工效学或工程心理学，它是一门根据人体解剖学、生理学和心理学等学科的研究，了解并掌握人的作业能力、特性和极限，让器具、工作环境、生活起居环境等与人体、心理行为特性相适应的科学。它致力于优化人与机器、人与环境的匹配。人类工效学的研究方法有:①心理学方法，经常采用的方法有精神物理学测量法、尺度法和官能检查法;②动作—时间研究，以求用最少的体力来取得最大的工作效率;③人体测量，如人体的生理变化、心率等，测定人在工作时的负荷大小。

gongye renleixue
【工业人类学】 人类学的一个分支。主要研究工业生产中人的行为、心理表现与周围社会环境的关系。由美国哈佛大学企业管理学教授E·梅奥所创立。一般认为，E·梅奥于1933年发表的《人类在工业文明中面临的问题》一书，开辟了这一研究领域。他在书中探讨了人的行为在工业生产劳动中因工作条件变化而出现的各种表现。其中主要研究了工作场所对人的影响，以及人与人之间的冲突，随着其他科学的发展，工业人类学的研究范围在不断扩大，并同工业社会学、行为科学等在研究内容上有所交叉和重叠。

renzhi renleixue
【认知人类学】 研究人类语言、文化和认知三者之间相互关系的人类学学科，是文化人类学的重要分支之一。认知人类学受认知心理学、结构语言学和结构主义人类学的影响，把文化理解为一种观念，一种知识和概念系统，一种人们共同享有的象征符号和意义体系。因此，它注重精确描述民族志的现实，特别是人们相互传意的内容，并据此推断出他们的知识和认知方式。在此基础上，进一步探讨不同民族的知识类型，并力图建立起普遍的认知体系。认知人类学作为一种学术思潮，首先出现在20世纪50年代的美国耶鲁大学，其研究主题几经变化，比较典型的是对颜色术语的研究、不同文化对自然界的分类以及关于动植物知识的研究。此外还涉及亲属称谓、生存技术和社会组织等。认知人类学的研究方法，除传统的田野调查外，还强调文化主位研究方法以及语言学的研究方法，如语义分析、语言学模型等。

xinli renleixue
【心理人类学】 心理人类学研究在一个社会系统中文化传统的传递、持续与创新的心理过程，以及文化心理因素对社会文化发展的影响等。它属于文化人类学的分支之一，介于人类学和心理学之间。其研究开始于20世纪三四十年代美国人类学界对文化和人格的研究。这门学科的研究主要从三个方面进行分析:①文化与人格的关系;②文化与典型人格的关系;③文化与个别人格的关系。研究的问题包括:社会如何教育儿童学习、接受文化传统;儿童教育方式如何影响人格形成;基本人格构成如何趋合于文化典范;异常行为形成的文化心理因素及过程;文化传递过程中所容许变迁与创新的可能。目前心理人类学重视探讨以个人为中心的变量，如动机、认知和后天倾向等如何构筑情势;文化变量如何在公众场合或个人内心领域中，选择或影响以个人为中心的变量等。

xingdong renleixue
【行动人类学】 通过应用人类学家关于人类、文化、社会的观念与知识，旨在改善增进人类社会生活的学科。从19世纪末期到现在，由于各个时代的需要不同，应用人类学的知识和观念解决的实际问题也因之而异，并且它的名称也因人因时代而有所不同。虽然如此，除了体质人类学的应用外，我们仍然可以把它的应用范围分为以下六类:①人类学与行政管理;②文化模式与国民性研究;③人类学与公共卫生;④技术变迁与经济发展;⑤工业人类学;⑥教育人类学。

tizhi renleixue
【体质人类学】 又称自然人类学，是广义人类学的主要分支之一。它是研究人类生物性和体质特征及其变化发展规律的科学。与主要研究人的社会属性

的文化人类学或社会人类学不同，体质人类学主要研究人类的自然属性。体质人类学的主要研究内容有：灵长类及人类的形态学、生理学、生态学及行为研究；人类的进化机制与遗传学；现代人的生物变异研究；人种分类、血型及皮纹学；人体测量学研究；人的生长发育、生理适应、体质结构研究；人体工效研究等。体质人类学虽然也研究人体解剖、生理等，但它同医学不同，因为它是以人的群体为对象，而不仅仅着眼于个体。体质人类学的主要分支学科有：古人类学、人类起源学、人种学、人体形态学、分子人类学、今人类学、人体工效学、人体测量学、灵长类学、法医人类学等。

jiegouzhuyi xuepai

【结构主义学派】 结构主义学派由人类学家C·L·斯特劳斯所创造，第二次世界大战后，逐步出现在法国民族学和人类学中。这一学派把结构分析方法运用到人类学中，从而提出了结构主义方法。结构主义的目的在于从纷繁的社会现象中找出秩序，这种秩序是社会的无意识结构，它不能从现实中观察到，只有建立概念化的模式才行。斯特劳斯主张所有的文化要素从根本上说都是全人类共有的同一心理过程的产物，虽然可比文化要素之间，在表面上各不相同，但均有反映人类共同思想结构的共同内在结构，可以通过观察文化表现来推演出关于人类头脑的基本事实。他认为对亲属关系结构的分析，重点不应放在人类的意识上。他还认为文化不过是反复出现的对立及消除这一主题的变种，越是经历变化，就越能保留原样。还社会生活的一切形态，都体现为普遍法则的作用，可以控制人的思维活动。20世纪50年代以来，这一学派对社会有巨大影响，在许多国家的许多领域都有很大的冲击，许多人类学家在研究传意和象征系统的潜在逻辑时往往吸取结构主义的方法论成分。

zhili shangshu

【智力商数】 亦称为智商。智力商数是一个相对数，是表示智龄与实际年龄之间的关系，它可以说成一个人的智力测验成绩和同年龄的被测试者成绩相比的指数。它是衡量一个人智力水平的指标。该概念首先由法国心理学家W. 斯特恩提出，1915年由美国心理学家L. 推孟在比奈·西蒙智力测验法的斯坦福修正方案中采用。该方法规定一般智力水平为100分，标准差为15，130～140分以上为天才，70分以下为智能低下。早年的计算方法为智力年龄与实际年龄之比，再乘以100。该方法至今已经过数次修订。自1960年以来，大都按以下方法测试：被测验者分别在自己所属的标准年龄组中进行测验，同一年龄组的平均得分规定为100分，再把个人得分与平均水平相比。据统计，全世界人口的智商在85～115之间的占68%，高于130分和低于70分的各占2%。现代科学证明，一个人的智力不仅与其先天遗传因素有关，而且还与其文化水平、生活经历、社会环境等条件有密切关系。不同种族、民族的智商差异并不说明种族或民族本身孰优孰劣。

huanjing wenhua

【环境文化】 这是心理学家S. 埃里克森创用的一个术语，旨在把那些用比较间接的方式影响着人类的所有因素概念化。这些因素包括自然环境、文化境况、文化活动的产物以及在文化境况中的处境。环境文化对于人类的束缚不是很显著的，环境文化与人类之间在功能上的相互关系亦不显著，但是环境文化是人类行为所必需的一种背景情形。

anquan wenhua

【安全文化】 关于安全文化，不同的学者有不同的提法。一般来说，主要有三种提法：①根据大众所接受的文化概念，有学者认为：安全文化是指在人类发展的历程中，在其生产、生活、生存及科学实践的一切领域内，为保障人类身心安全与健康，并使其能安全、舒适、高效从事一切活动；为预防、避免、控制和消除意外事故和灾害；为建造安全可靠、和谐无害的环境和匹配运行的安全体系；为使人类康乐、长寿及世界和平而创造的物质财富和精神财富的总和。多数学者认为，安全文化可分为四个层次（领域），即器物层（物质安全文化）、制度层（制度安全文化）、精神智能层（精神安全文化）、价值规范层（安全的价值观及行为规范文化）。②有学者将安全文化概念等同于安全文化素质。比如，一谈到事故发生原因时，有人就感叹：这个人安全文化素质太低。由此，或许是因为习惯，人们总是说安全文化素质，而不说安全文化。③就实际安全管理的需要来看，为了达到预防事故、保障职工安全、舒适、高效地工作，从事安全文化活动，应该具有一定的可操作性，因此，有学者认为：安全文化实际上是文化管理这一流派、技术在安全领域的应用。文化管理是20世纪80年代初，组织文化特别是企业文化的理论进一步系统化的结果。这既是行为科学的继续发展，又预示着一种新管理学派的诞生，同时宣告了一个崭新的管理阶段即文化管理时代的来临。在文化管理时代，组织文化是整个管理的关键一环。文化管理强调“以人为中心进行管理”，管理的重点由人的行为层次上升为人的观念层次，用群体价值观去影响和激励组织成员积极工作，发挥出高度的劳动热情和首创精神，从而形成配合默契的团队，这是竞争力、内聚力和组织活力的真正源泉。如此，便可以将安全文化视为一种文化管理，它关注的是人们的安全观念和群体决策，增强人们的自主保安能力及自主管理的自觉性，达到预防事故的目的。

优秀的企业安全文化不是天上掉下来的，也不会

自发形成的，它是企业领导有意识地加以培养和长期建设的结果。企业安全文化的建设，其目的是，增强职工的安全意识，使职工养成一定的安全习惯、安全动作、安全信念，预防事故，保护职工健康，提高工作效率。

不管采用什么措施、途径，建设企业安全文化，这些措施、途径都带有一定的外在性、强制性、被动性。只有将这些外在的规范、法规、标准、措施转化成为职工内在的安全信念、安全习惯，其影响才是主动的、自觉的，其影响力才会强大。那么，在这里，就有一个职工本人的内化过程。如何有效地促使内化过程的完成，便是一个值得探讨的问题。一般地说，安全文化建设的指向对象是人，只有尊重人的本性、心理活动规律及行为表现特点，才能取得预期的安全文化建设效果，尽快地完成职工的内化过程。

renti celiangxue

【人体测量学】 对人类个体各部位进行测量的方法的学科。其目的在于为进一步研究人类个体发育、体质特征，以及进行个体与个体、群体与群体之间的对比研究提供各种数据资料。人体测量包括活体测量与骨骼测量两大类。人体测量学力求建立标准化的方法和技术，并通过对资料进行统计学处理，为体质人类学提供可靠的根据。它是体质人类学的分支，属于方法类学科。

renti shenglixue

【人体生理学】 它是生物学的一个重要分支，采用理化方法研究人体生命现象的医学基础学科。它主要借助于观察和实验，从而对人体在正常情况下所表现出来的生命活动现象以及这类现象之间的内在联系与因果关系进行研究，以便揭示出各类生命现象发生、发展和变化的客观规律性。由于在人体实验方面存在诸多不便，因此人体生理学在很多情况下只能借助于动物实验，从而对人的生命机制及内在过程作出某种推断。由于人体生理学研究是为医学服务的，因此它在神经、感觉器官、血液、呼吸、消化、内分泌、生殖生理等方面的研究中，具有至关重要的作用。

shengtai renleixue

【生态人类学】 生态人类学起源于20世纪60年代，它是研究动物、植物与环境之间关系的一门学科。它由文化生态学、文化进化论和灵长类社会生态学等学科发展而来，自然生态学方面的进展对于这种发展起了举足轻重的作用。人不同于其他动物，所以生态人类学并不等于把动物生态学中的动物简单地替换成人。在生态人类学中，必须导入人的主观体系和技术体系。因此，生态人类学并不仅限于研究人与自然环境之间的关系，它还研究它们与文化（主观体系）的作用。文化体系影响人与自然环境的相互关系，反过来也受到这种相互关系的影响。人与自然之间的关系，包含人口结构、社会组织和环境等重要方面。食物的获得和人类自身的生产是有关人类生存的最基本的活动。而旨在获得食物所产生的集团、活动或技术等则称为生产形态。人类自身的生产也受到所获食物量的制约。由此可见，在生态人类学中，生产形态是最为基本的问题。在方法上，生态人类学重视实地考察和计量。



二、安全科学技术应用基础理论

(一)事故致因理论

anquan
【安全】 安全,泛指没有危险、不受威胁和不出事故的状态。

安全的英文为Safety,指健康与安全之意;希腊文为holos,意为完善或完全;梵文为Sarva,意为无伤害或完全的;韦氏大词典对安全定义为:“没有伤害、损伤或危险,不遭受危害或损害的威胁,或免除了危害、伤害或损失的威胁”。

生产过程中的安全是指“不发生工伤事故、职业病、设备或财产损失的状况;即指人不受伤害,物不受损失”。

工程上的安全性是用概率上的近似客观量来衡量安全的程度。

系统工程中的安全概念与传统的安全定义大不相同。长期以来,人们一直把安全和危险看作截然不同的、相对对立的旧概念。系统安全包含许多创新的安全新概念:认为世界上没有绝对安全的事物,任何事物中都包含有不安全的因素,具有一定的危险性。安全只是一个相对的概念,它是一种模糊数学的概念;危险性是对安全性的隶属度;当危险性低于某种程度时,人们就认为是安全的。安全性(S)与危险性(D)互为补数,即:

$$S=1-D$$

安全工作贯穿于系统整个寿命期间。在新系统的构思、可行性论证、设计、建造、试运转、运转、维修直到系统废弃的各个阶段都要辨识、评价、控制系统中的“危害”与“危险”;预测和消除“危险源”,全方位地贯彻预防为主的安全生产方针。

危险(Risk),亦称危险性,是来自某种危害而造成的人员伤亡和物质损失的机会;它是由危险严重程度及危险概率表示的可能损失,是表征潜在的危险后果。

shigu
【事故】 事故是以人体为主,在与能量系统关连中突然发生的与人的希望和意志相反的事件。事故是意外的变故或灾祸。

事故定义为:个人或集体在时间进程中,为实现某一意图而采取行动的过程中,突然发生了与人的意志相反的情况,迫使这种行动暂时地或永久地停止的事件。

事故现象是在人的行动过程中发生的,如以人为中心按事故后果可以分为伤亡事故和一般事故。

伤亡事故,简称伤害,是个人或集体在行动过程中,接触了与周围条件有关的外来能量,该能量作用于人体,致使人体生理机能部分的或全部的损伤的现象。

在生产区域中发生的和生产有关的伤亡事故,称为工伤事故。

一般事故,亦称无伤害事故,这是指人身没受伤害或只受微伤,停工短暂或与人的生理机能障碍无关的未遂事故。统计表明,事故之中无伤害的一般事故占90%以上;它比伤亡事故的发生概率大十到几十倍。

要注重深入研究事故的如下特征,积极预防事故发生:

1. 事故的因果性

因果性,是某一现象作为另一现象发生的依据的两种现象之关联性。

事故是相互联系的诸原因的结果。事故这一现象都和其他现象有着直接或间接的联系。在这一关系上看来是“因”的现象,在另一关系上却会以“果”出现,反之亦然。

事故的因果关系有继承性,即多层次性;第一阶段的结果往往是第二阶段的原因。

给人造成伤害的直接原因易于掌握,这是由于它所产生的某种后果显而易见;然而,要寻找出究竟是何种间接原因又是经过何种过程而造成事故后果,却非易事。因为随着时间的推移,会有种种因素同时存在,有时诸因素之间的关系相当复杂,还有某种偶然机会存在。因此,在制定事故预防措施之时,应尽最大努力掌握造成事故的直接和间接的原因,深入剖析事故根源,防止同类事故重演。

2. 事故的偶然性、必然性和规律性

从本质上讲,伤亡事故属在一定条件下可能发生,也可能不发生的随机事件。

事故的发生包含着所谓偶然因素。事故的偶然

性是客观存在的，与我们是否明了现象的原因全不相干。

事故是由于客观某种不安全因素的存在，随时间进程产生某种意外情况而显现出的一种现象。因为事故或多或少地含有偶然的本质，故不易决定它所有的规律；但在一定范围内，用一定的科学仪器或手段，却可以找出近似规律，从外部和表面上的联系找到内部的决定性的主要关系，虽不详尽，却可略知其近似规律。如应用偶然性定律，采用概率论的分析方法，收集尽可能多的事例进行统计分析，可找出根本性问题。这就是从事故的偶然性找出必然性，认识事故发生的规律性，使事故消除在萌芽状态之中，变不安全条件为安全条件，化险为夷。

3. 事故的潜在性、再现性和预测性

人在生产活动中所经过的时间和空间，不安全的隐患是潜在的，条件成熟时在特有的时间场所就会显现为事故。

要抓本质安全，把事故隐患消灭在设计的图纸上；要抓安全教育，使人认识在生产过程中潜在的事故隐患，及时加以排出，达到安全生产。

在生产活动中，完全相同的事件不会再次重复显现。但是，对类似的同种因果联系的事故阻挡其再现性，即防止同类事故重复发生是可能的。

事故是可以预测的。人们基于对过去事故所积累的经验和知识，通过研究构思出一种预测模型，在生产活动开始之前，预测在各种条件下可能出现的危险及其防止措施。为提高预测的可靠性必须发展和开拓使用高新技术和先进安全探测仪器。

安全工作以预防为主，应及时发现事故的潜在性，根除其隐患，不使之再现为事故，提高预测的可靠性。

weixianyuan

【危险源】 危险源一词译自英文 Hazard，即危险的根源的意思。

Willie Hammer 定义危险源为可能导致人员伤亡或物质损失事故的、潜在的不安全因素。依此，各种事故致因因素都是危险源。

事故致因的因素种类繁多。根据危险源在事故发生中的作用，将其划分为两大类。

第一类危险源

根据能量意外释放理论——能量转移论，能量或危险物质的意外释放是伤亡事故发生的物理本质。于是，把生产过程中存在的，可能发生意外释放的能量（能源或能量载体）或危险物质称做第一类危险源。

为防止第一类危险源导致事故，必须采取措施约束、限制能量或危险物质，控制危险源。

在正常情况下，生产过程中的能量或危险物质受到约束或限制，不会发生意外释放，即不会发生事故。但是，一旦这些约束或限制能量、危险物质的措施受到破坏、失效或故障，则将发生事故。

第二类危险源

导致能量或危险物质约束或限制措施破坏或失效、故障的各种因素，称做第二类危险源。它主要包括物的故障、人为失误和环境因素。

物的故障是指机械设备、装置、元部件等由于性能低下而不能实现预定功能的现象。物的不安全状态也是物的故障。故障可能是固有的，由于设计、制造缺陷造成的；也可能由于维修、使用不当，或磨损、腐蚀、老化等原因造成的。

从系统的角度考察，构成能量或危险物质控制系统的元素发生故障，会导致该控制系统的故障而使能量或危险物质失控。故障的发生具有随机性，这涉及到系统可靠性问题。

人为失误是指人的行为结果偏离了被要求的标准，即没有完成规定功能的现象。人的不安全行为也属于人为失误。人为失误会造成能量或危险物质控制系统故障，使屏蔽破坏或失效，从而导致事故发生。

环境因素，指人和物存在的环境，即生产作业环境中的温度、湿度、噪声、振动、照明、通风换气以及有毒有害气体存在等。

一起伤亡事故的发生往往是两类危险源共同作用的结果。第一类危险源是伤亡事故发生的能量主体，决定事故后果的严重程度；第二类危险源是第一类危险源造成事故的必要条件，决定事故发生的可能性。

危险源辨识，是指发现、识别系统中危险源的工作。

危险源辨识、危险性评价和危险源控制构成系统安全工程的基本内容。危险源辨识是危险性评价和危险源控制的基础。

系统安全分析方法是危险源辨识的主要方法。安全检查表和“危险预知活动”是美、日两国进行危险源辨识的方法之一。

shigu zhiyin lilun

【事故致因理论】 指探索事故发生及预防规律，阐明事故发生机理，防止事故发生的理论。事故致因理论是用来阐明事故的成因、始末过程和事故后果，以便对事故现象的发生、发展进行明确的分析。

事故致因理论的出现，已有 80 年历史，是从最早的单因素理论发展到不断增多的复杂因素的系统理论。

早在 1919 年格林伍德和 1926 年纽伯尔德，都曾认为事故在人群中并非随机地分布，某些人比其他人更易发生事故，因此，就用某种方法将有事故倾向的工人与其他人区别开来。这种理论的缺点是过分夸大了人的性格特点在事故中的作用，而且不能解释何以在

同等危险暴露情况下，人们受伤害的概率并非都不相等。

1939 年法默和凯姆伯斯又重复提出：一个有事故倾向的人具有较高的事故率，而与工作任务、生活环境和经历等无关。1951 年阿布斯和克利克的研究指出，个别人的事故率具有明显的不稳定性，对具有事故倾向的个性类型的量度界限也难于测定。广泛的批评使这一单一因素理论——具有事故倾向的素质论，被排出事故致因理论的地位。1971 年邵合赛克尔主张将事故倾向素质论仅供工种考选的参考。他只着意于多发事故，而丝毫无意涉及人的个性。淘汰“多发事故人”是受泰勒的科学管理理论的影响。

1936 年，海因里希提出了应用多米诺骨牌原理研究人身受到伤害的五个顺序过程，即伤亡事故顺序五因素。

1953 年，巴尔将上述骨牌原理发展为“事件链”理论，认为事故的前级诸致因因素是一系列事件的链锁，一环生一环，一环套一环。链的末端是事件后果——事故和损失。

1961 年，美国的沃森提出了以逻辑分析中的演绎分析法和逻辑电路的逻辑门形式绘制事故模型。

由于火箭技术发展的需要，系统安全工程应运而生。美国在 1962 年 4 月首次公开了“空军弹道导弹系统安全工程”的说明书。1965 年，kolodner 在安全性定量化的论文中在沃森的基础上系统地介绍了故障树分析（FTA）；同年 Recht 也介绍了 FTA 和 FM&E（故障类型和影响）。这些系统安全分析方法，实质上是事件链理论的发展。1970 年 Driessen 明确地将事件链理论发展为分支事件过程逻辑理论。FTA 等树枝图形，实质上是分支事件过程的解析。

在 1961 年由 Gibson 提出的，并在 1966 年由 Haddon 完善的“能量转移论”，指出了人体受到伤害，只能是能量转移的结果，从而明确了事故致因的本质是能量逆流于人体。

1969 年，J·瑟利提出了 S—O—R 人因素模型，该模型包括两组问题（危险构成和显现危险），每组又分别包括三类心理一生理成分即对事件的感知、刺激（S）；对事件的理解、响应和认识（O）；生理行为、响应或举动（R）。这是系统理论的人为因素致因模型。

1978 年安德森又对上述模型进行了修正。

1972 年毕纳（Benner）提出了起因于“扰动”而促成事故的理论，即 P 理论（Perturbation Occurs），进而提出“多重线性事件过程图解法”。扰动起源论把事故看成是相继发生的事件过程，以破坏自动调节的动态平衡——“扰动”为起源事件，以伤害或损坏而告终（终了事件）。该理论指出了事故发生是由于系统运行中出现了失衡而扰动，并对扰动失控而造成的。在发生事故前改善环境条件，使之自动动态平衡，砍断向事故后果发展的链条，即可防止事故发生。

1972 年威格勒沃茨提出了以人失误为主因的事故模型（人因事故模型），主要以人的行为失误构成伤害为基础，指出人如“错误地或不适当地响应刺激”就会发生失误，从而可能导致事故发生。

1974 年劳汶斯根据上述理论发展了能适用于自然条件复杂的、连续作业情况下的“矿山以人失误为主因的事故模型”。

1975 年约翰逊从管理角度出发提出了管理失误和危险树（MORT），把事故致因重点放在管理缺陷上，指出造成伤亡事故的本质原因是管理失误。

近二十几年来，许多学者较一致地认为，事故的直接原因不外乎人的不安全行为（或失误）和物的不安全状态（或故障）两大因素作用的结果。即人与物两系列运动轨迹的交叉点就是发生事故的“时空”，“轨迹交叉论”应运而生。

我国的安全同行专家在事故致因理论上的综合研究方兴未艾。我们认为事故是多种因素综合造成的，是社会因素、管理因素和生产中危险因素被偶然事件触发而形成的伤亡和损失的不幸事件。事故致因的本质是基础原因。“综合论”是在我国较为受重视的事故致因理论。

shigu pinfa qingxianglun
【事故频发倾向论】 这是 20 世纪初早期资本主义世界工业安全的陈旧理论。当时大生产初具规模，蒸气动力和电力驱动的钢铁机械取代了手工作坊中的手工工具。机械坚固持久，成为工业大生产的中心，而工人是机械的附属品，那时的机械没有安全防护装置，工人很少经过培训，加上工作日长达 11 至 13 小时，伤亡事故频繁发生。例如美国宾夕法尼亚钢铁公司在四年间 2 200 名工人中竟有 1 600 名在事故中受到不同程度的伤害。面对广大工人群众的生命健康受到工伤事故严重威胁的严峻局面，企业主的态度是消极的。他们不愿为了工人的安全花钱，他们认为，“有些工人就是容易出事，不管做什么，他们总是不注意，不小心，自己害自己”。事故频发倾向论集中地反映了企业主的这种错误观念。

1919 年，英国的格林伍德和伍兹对许多工厂里的工伤事故次数的数据，按三种统计分布进行了统计检验：①泊松分布。当发生事故的概率不存在着个体差异时，即当没有事故频发倾向者时，一定时间内事故发生次数服从泊松分布。在这种情况下，事故的发生是由于工厂里的生产条件、机械设备方面的问题，以及一些其他偶然因素引起的。②偏倚分布。一些工人由于存在着精神或心理方面的毛病，如果在生产操作过程中发生过一次事故，则会造成胆怯或神经过敏，当再继

续操作时,就有重复发生第二次、第三次事故的倾向。③非均等分布。工厂中有一批容易出事的人群时,发生不同次数事故的人数服从非均等分布,即每个人发生事故的概率不相同。在这种情况下,事故的发生主要是由于人的因素引起的。

统计检验结果表明,工厂里存在着一些容易发生事故的人,其发生事故的次数较其他人多。

1939 年法默和查姆勃明确地提出了事故频发倾向的概念。

所谓事故频发倾向,是指个别人容易发生事故的、稳定的、个人的内在倾向。按照这种观念,事故频发倾向是由个人内在因素决定的,并且长时间不易改变这种倾向,也就是说有些人的本性就是容易发生事故。具有这种倾向的人被称为事故频发倾向者,他们的存在被认为是工业事故发生的原因。

按照这种错误理论,在国外,控制事故频发倾向者的具体措施是,通过严格的生理、心理检查,从众多的求职人员中选择身体、智力、性格特征、动作特征等方面均为优秀的人才就业,而把被认为可能是事故频发倾向者的人拒之工厂门外;一旦发现有事故频发倾向的人,立即从工厂开除。

这一理论一直有争议,近年许多研究结果认为,事故频发倾向者并不存在,这是因为:①当每个人发生事故的概率相等且概率极小时,一定时期内发生事故的次数服从泊松分布。②许多研究结果表明,某一段时间内发生事故次数多的人,在以后的时间里往往发生事故的次数不再多了,并不存在永远是事故频发倾向者。通过数十年的实验和临床研究,很难找出事故频发者的稳定的个人特征;换言之,许多人发生事故是由于他们行为的某种瞬时特征所引起。③许多研究表明,把发生事故次数多的工人调离后,企业事故的发生率并未降低。

shigu yinguolun

【事故因果论】事故致因的重要理论之一。事故因果类型有集中型、连锁型和复合型,还有多层次型。

几个原因各自独立,共同导致事故发生,即多种原因在同一时序共同造成一个事故后果的,叫"集中型",见图 1。

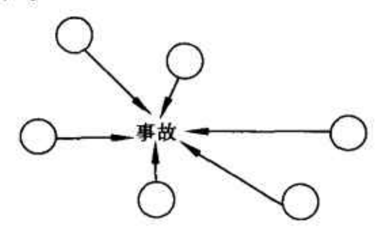


图 1 多因致果集中型

有一原因要素促成下一要素发生,因果连锁发生的事故,叫"连锁型",见图 2。

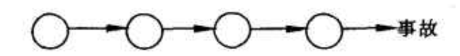


图 2 因果连锁型

某些因果连锁,又有一系列原因集中,复合组成事故结果,叫"复合型"。单纯的集中型,或单纯的连锁型均较少,事故的发生多为复合型的,见图 3。

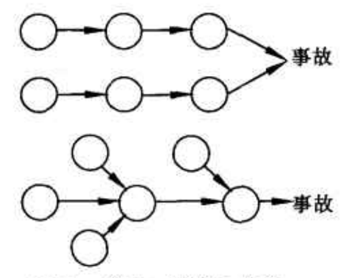


图 3 集中、连锁复合型

因果是继承性的,是多层次的。一次原因是二次原因的结果,二次原因又是三次原因的结果,余类推,见图 4。

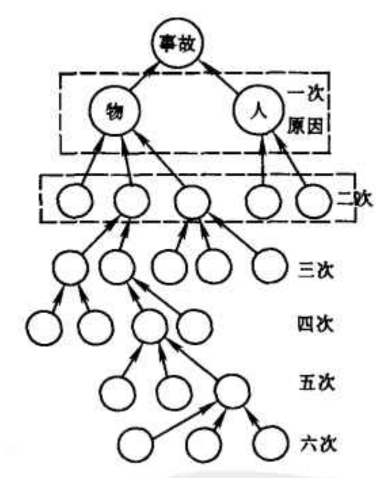


图 4 因果继承性示意图

多米诺骨牌模型是事故因果论的模式之一。

它是应用多米诺骨牌原理来阐述事故因果理论。一种可防止的伤亡事故的发生,是一连串事件在一定顺序下发生的结果。按因果顺序,伤亡事故的五因素:社会环境和管理欠缺(设为 A_1);促成人为的过失(设为 A_2);人为的过失又造成了不安全动作或机械、物质危害(设为 A_3);后者促成了意外事故(设为 A_4,包括未遂事故)和由此产生的人身伤亡的事件(设为 A_5)。五因素连锁反应构成了事故(A_0),见图 5。

伤害之所以产生是由于前面因素的作用。在意外

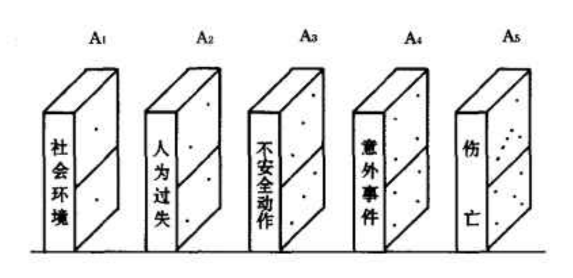


图5　伤亡事故五因素

事件及伤害发生前，一切工作应以减少环境内机械的危害及人为的不安全动作为原则。防止伤亡事故的着眼点，应集中于顺序的中心，即设法消除事件 A_3，使系列中断，则伤害便不会发生，见图6。

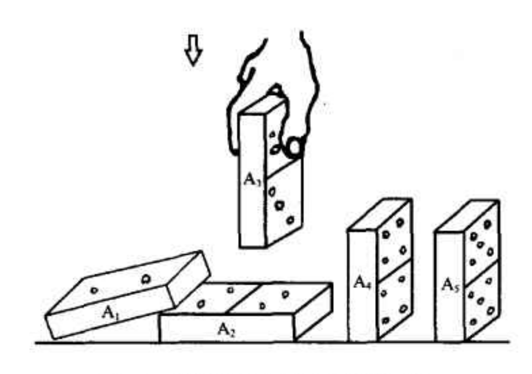


图6　移去中央因素使系列中断，
令前级因素失去作用

如果移去一枚骨牌，也就是使某一因素出现的概率为零，例如 $P(A_3)=0$，则伤亡事故的概率 $P(A_0)=0$。这时随机事件变为不可能事件，就可避免伤亡事故的发生。

由此可见，安全管理的中心应是防止人的失误造成的不安全动作或机械物质危害。

要防止事故，就应知道引起事故的本质原因。为防止同类事故再次发生，必须根据现场实际情况进行调查追踪。明了事故原因的追踪系统，这对防止误作事故原因的结论，防止将预防措施引至错误的方向，都有着十分重要的意义。

伤亡事故原因追踪的基础，是社会科学、自然科学和对企业安全的管理科学。必须掌握这三方面的广阔知识和通晓防灾原理才能深入查明事故原因，防止事故重演。

伤亡事故原因追踪系统应是：深入调查研究→确认事实真相→从中发现新问题并使之系统化→探求本质原因→采取预防措施→实施安全生产。

组织事故调查，正确把握事故真相，关键是对客观事实的确认。为此，一定要找出事故现场的目击者；对事故留下的痕迹进行理化分析；听取受害人的陈述；进行记录和拍照，以便用第一手材料提出新问题，探求出本质原因，采取切实可行的预防措施，做到安全生产，见图7。

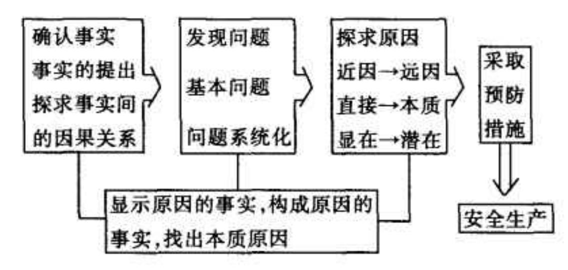


图7　按因果论追踪事故原因

博德在海因里希提出的多米诺骨牌模型的基础上，提出了反映现代安全观点的事故因果新论：

控制不足——管理缺陷

事故因果连锁中一个最重要的因素是安全管理。安全管理人员的工作应以企业现代管理原则为基础，实施控制这一管理机能。安全管理中的控制是指损失控制，人的不安全行为和物的不安全状态的控制。它是安全管理工作的核心。发生事故的基本原因是控制不足，管理上的缺陷。

基本原因——起源论

所谓起源论，是在于找出发生事故的基本的、背景的、本质的原因，而不仅停留在表面的现象上，找到事故起源，才能实现有效地控制。为了从根本上预防事故，必须查明事故的基本原因，并依此采取对策。基本原因包括个人原因、工作条件、工作方法、劳动环境以及管理上的原因。

直接原因——征兆

不安全行为或不安全状态是事故的直接原因。直接原因只是深层原因的征兆，是基本原因的表面现象。安全管理应善于从属于直接原因的表面征兆去追究背后隐藏的深层原因，采取恰当的长期的控制对策。

事故——接触

从能量的观点，事故是人的身体或构筑物、设备与超过其阈值的能量的接触。为了防止这一触发事故的接触，可以改进装置、材料及设施防止能量释放，通过安全教育和培训以提高工人识别危险的能力，佩戴个人防护用具。

伤害——损坏——损失

博德的模型中的伤害，包括工伤、职业病，以及对人员精神方面、神经方面或全身性的不利影响。人员伤害及财物损坏，统称为损失。可以采取有力措施使事故损失最大限度地减少。例如，对受伤人员的迅速抢救，扑灭爆炸、火灾，控制灾害不使之扩大，抢修设

备,平时对人员加强应急训练。

shigu nengliang zhuanyilun

【事故能量转移论】 事故致因理论之一。

第二次世界大战后科学技术飞跃发展,新能源、新材料、新技术不断出现,新的危险源也给人们带来更多的伤亡危险。为了有效地采取安全技术措施控制危险源,人们对事故发生的机理——物理、化学本质进行了深入的探讨。1961 年吉布林、1966 年哈登等人先后提出了解释事故发生机理的意外释放能量转移于人体的能量转移论,认为事故是一种不正常的或不希望的能量释放。

能量在人类的生产、生活中是不可缺少的,人类利用各种形式的能量作功以实现预定的目的。能量驱动机械设备运转,把原料加工成产品。利用能量必须控制能量,使能量按照人的意图传递、转换和做功。如果由于某种原因能量失去控制,能量就会违背人的意愿发生意外的释放或逸出,造成生产、生活中止,发生工伤事故。如果事故时意外释放的能量逆流于人体,超过人的承受能力,则将造成人员伤亡;如果意外释放的能量作用于设备、构筑物、物体等,超出物的抵抗能力,将造成物的损坏。

输送到生产现场的能量是具有作功本领的物理量;它是由物质和场构成系统的最基本的物理量。它们可以相互转变为各种形式:势能、动能、热能、化学能、电能、原子能、辐射能、声能和生物能。

势能和动能均属于机械能。意外释放的机械能是造成事故的主要类型的能量。人体坠落、坍塌、冒顶、片帮、物体打击等均由势能意外释放所造成。车辆伤害、机械伤害和物体打击等事故多由于意外释放的动能所造成。

意外释放的电能可使人员受到电击、电灼伤及电气火花引爆瓦斯或电气火灾。火灾是热能意外释放造成的最典型事故。热能有时从机械能、电能、化学能等转化而产生。

相当多的物质具有导致人体急、慢性中毒、致病、致畸、致癌。火灾中的化学能转变为热能;爆炸中的化学能转变为机械能和热能。

工业生产过程中常见的电焊、熔炉等高温热源、高频、微波以及紫外线、红外线、γ 射线等非电离辐射以及 α 射线、β 射线和中子射线等电离辐射均可造成人体损伤。

人体自身也是一个能量系统。人进行生产、生活活动消耗能量,当人体与外界的能量交换受到干扰时不能进行正常新陈代谢,人员将受到伤害,如高温、寒冷、潮湿、高空等作业条件或气象条件也是一种能量逆流于人体而对人造成伤害。

从这个能量意外释放而造成事故的观点而言,控制好能量就是控制了工伤事故;管理好能量防止其逆流,也就是管理好安全生产。

美国运输部安全局局长哈登引申了吉布林提出的观点——“人受伤害的原因只能是某种能量的转移”,并提出了“根据有关能量对伤亡事故加以分类的方法”,见表 1 和表 2。

表 1 第 1 类伤害的实例:这些伤害是由于施加了超过局部或全身性损伤阈限的能量引起的

施加的能量类型	产生的原发性损伤	举例与注释
机械能	移位、撕裂、破裂和压榨、主要损及组织	由于运动的物体如子弹、皮下针、刀具和下落物体冲撞造成的损伤,以及由于运动的身体冲撞相对静止的设备造成的损伤,如在跌倒时、飞行时和汽车事故中。具体的伤害结果取决于合力施加的部位和方式。大部分的伤害属于本类型
热能	凝固、烧焦和焚化、伤及身体任何层次	第一度、第二度和第三度烧伤。具体的伤害结果取决于热能作用的部位和方式
电能	干扰神经—肌肉功能,以及凝固、烧焦和焚化,伤及身体任何层次	触电死亡、烧伤、干扰神经功能,如在电休克疗法中。具体伤害结果取决于电能作用的部位和方式
电离辐射	细胞和亚细胞成分与功能的破坏	反应堆事故、治疗性与诊断性照射、滥用同位素、放射性坠尘的作用。具体伤害结果取决于辐射能作用的部位和方式
化学能	伤害一般要根据每一种或每一组的具体物质而定	包括由于动物性和植物性毒素引起的损伤,化学烧伤如氢氧化钾、溴、氟和硫酸,以及大多数元素和化合物在足够剂量时产生的不太严重而类型很多的损伤

表 1 为人体受到超过其抵抗力的各种形式能量而受到伤害的情况。

表 2 为人体与外界的正常能量交换受到干扰而发生伤害的情况。

表2 第2类伤害的实例：这些损伤是由于影响了局部的或全身性能量交换引起的

影响能量交换的类型	产生的损伤或障碍的种类	举例与注释
氧的利用	生理损害，组织或全身死亡	全身—由机械因素或化学因素引起的窒息（例如溺水、一氧化碳中毒和氰化氢中毒） 局部—"血管性意外"
热能	生理损害，组织或全身死亡	由于体温调节障碍产生的损害、冻伤、冻死

Haddon认为，在一定条件下某种形式的能量能否产生伤害，造成人员伤亡事故，应取决于：①人接触能量的大小；②接触时间和频率；③力的集中程度；他认为预防能量转移的安全措施可用屏障树（防护系统）的理论加以阐明；④屏障设置得越早，效果越好。

按能量大小，可研究建立单一屏障还是多重屏障（冗余屏障）。

防护能量逆流于人体的典型系统可大致分为12个类型：

1. 限制能量的系统：如限制能量的速度和大小，规定极限量和使用低压测量仪表等。

2. 用较安全的能源代替危险性大的能源：

如用水力采煤代替爆破；应用 CO_2 灭火剂代替 CCl_4 等。

3. 防止能量蓄积：如控制爆炸性气体 CH_4 的浓度；应用低高度的位能；应用尖状工具（防止钝器积聚热能）等；控制能量增加的限度。

4. 控制能量释放：如在贮放能源和实验时，采用保护性容器（如耐压氧气缶、盛装放射性同位素的专用容器）以及生活区远离污染源等等。

5. 延缓能量释放：如采用安全阀、逸出阀，以及应用某些器件吸收振动等。

6. 开辟释放能量的渠道：如接地电线，抽放煤体中的瓦斯等。

7. 在能源上设置屏障：如防冲击波的消波室，除尘过滤或氧子体的滤清器、消声器，以及原子辐射防护屏等。

8. 在人物与能源之间设屏障：如防火罩、防火门、密闭门、防水闸墙等。

9. 在人与物之间设屏蔽：如安全帽、安全鞋和手套、口罩等个体防护用具等。

10. 提高防护标准：如采用双重绝缘工具、低电压回路、连续监测和远距遥控等等；增强对伤害的抵抗能力（人的选拔，耐高温、高寒、高强度材料）。

11. 改善效果及防止损失扩大：如改变工艺流程，变不安全为安全流程，搞好急救。

12. 修复或恢复：治疗、矫正以减轻伤害程度或恢复原有功能。

从系统安全观点研究能量转移的另一概念是，一定量的能量集中于一点要比它大面积铺开所造成的伤害程度更大。我们可以通过延长能量释放时间，或使能量在大面积内消散的方法以降低其危害的程度；对于需要保护的人和财产应用距离防护远离释放能量的地点，以此来控制由于能量转移而造成的伤亡事故。

最理想的是，在能量控制系统中优先采用自动化装置，而不需要操作者再考虑采取什么措施。

安全工程技术人员应充分利用能量转移的理论在系统设计中克服不足之处，并且对能量加以控制，使其保持在容许限度之内。

shigu raodong qiyuanlun

【事故扰动起源论】 事故致因理论之一。它又称"P理论"。

Lawrence（1974）曾对伤亡事故提出过几个假设：假设事故是包含着产生不希望的伤害的一组相继发生的事件；进一步假设这些事件发生在某些活动的进程中，并伴随有人员伤害和物质损失以外的其他结果。在深入研究这两个假设时，自然会得出另外的假设。例如认为"事件"是构成事故的因素；每个事件的含义应该清楚，以便调查者能正确地描述每个事件。

Benner提出了解释事故的综合概念和术语，同时采用把分支事件链和事故过程链结合起来用图表显示的方法（1972）。

他指出，从调查事故的目的出发，把一个事件看成是某种发生了的事物；是一次瞬间的或重大的情况变化，是一次已避免了的或导致另一次事件发生的偶然事件。一个事件的发生势必由有关的人或物所造成的。将有关的人或物统称之为"行为者"，其举止活动则称"行为"。

这样，一个事件即可用术语"行为者"和"行为"来描述。

行为者可以是任何有生命的机体，如司机、车工、厂长；或者任何非生命的物质，如机械、洪水、车轮。

行为可以是发生的任何事，如运动、故障、观察或决策。

行为者和行为都必须正确的或定量的描述，而不能用定性的词汇。

事件必须按单独的行为者和行为来描述，以便把过程分解为几部分可分别阐述。

任何事故当它处于萌芽状态时就有某种扰动（活

动)，称之为起源事件。事故形成过程是一组自觉或不自觉的，指向某种预期的或不测结果的相继出现的事件链。这种进程包括着外界条件及其变化的影响。相继事件过程是在一种自动调节的动态平衡中进行的。如果行为者行为得当或受力适中，即可维持能流稳定而不偏离，即可达到安全生产；如果行为者的行为不当或发生故障，则对上述平衡产生扰动(Perturbation)，就会破坏和结束自动动态平衡而开始事故的进程，导致终了事件——伤害或损坏。这种伤害或损坏又会依次引起其他变化或能量释放。于是，可以把事故看成从相继的事故事件过程中的扰动开始，最后以伤害或损坏而告终。这可称之为事故的“P 理论”。

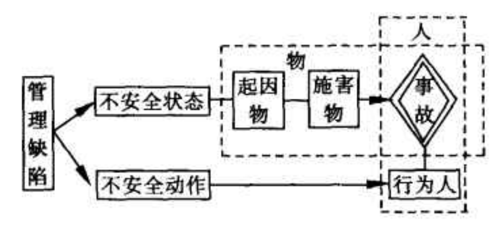
shigu guiji jiaochalun

【事故轨迹交叉论】 强调人的不安全行为和物的不安全状态相互作用的事故致因理论。

在系统中人的不安全行为是一种人为失误；物的不安全状态多为机械故障和物的不安全放置；人与物两系统一旦发生时间和空间上的轨迹交叉就会造成事故。

轨迹交叉论把人、物两系列看成两条事件链，两链的交叉点就是发生事故的“时空”。

在多数情况下，由于企业安全管理不善，使工人缺乏安全教育和训练，或者机械设备缺乏维护、检修以及安全装置不完善，导致了人的不安全行为或者物的不安全状态。后者有起因物引发施害物再与人的行动轨迹相交，构成了事故，见下图。



人与物两系列形成事故的系统

若加强安全教育和技术训练，进行科学的安全管理，从生理、心理和操作技能上控制不安全行为的产生，就是砍断了导致伤亡事故发生的人这方面的事件链。

加强设备管理，提高机械设备的可靠性，增设安全装置、保险装置和信号装置以及自控安全闭锁设施，就是控制设备的不安全状态，砍断了设备方面的事件链。关于物质的安全放置、安全储运、机动车的安全行驶等亦是控制物的不安全状态。

shigu yufang yuanli

【事故预防原理】 从管理上研究预防事故的原理。它们共有 5 个子原理：

1. 可能预防的原理

工伤事故是人灾，与天灾不同；人灾是可以预防的；要想防止事故发生，应立足于防患于未然。因而，对工伤事故不能只考虑事故发生后的对策，必须把重点放在事故发生之前的预防对策。

安全工程学把防患于未然作为重点，安全管理强调以预防为主的方针，正是基于事故是能预防的这一原则上的。

在事故原因的调查报告中，常有“事故原因是不可抗拒”的记载。所谓不可抗拒，只能对天灾可言；作为人灾的事故，通过实施有效的对策，事故是完全可以避免的，事故是可以防患于未然的，事故是能预防的。

2. 偶然损失的原理

工伤事故的概念，包括着两层意思：一是发生了意外事件；二是因事故而产生的损失。事故的后果将造成损失。所谓损失包括人的死亡、受伤致残、有损健康、精神痛苦等；损失还包括物质方面的，如原材料、成品或半成品的烧毁或者污损，设备破坏、生产减退，赔偿金支付以及市场的丧失等。

可以把造成人的损失的事故，称之为人身事故；造成物的损失事故称之为物的事故。

人身事故又有三种：一是由于人的不安全动作引起的事故，例如绊倒、高空坠落、人物相撞、人体扭转等；二是由于物的运动引起的事故，例如人受飞来物体的打击、重物压迫、旋转物夹持、车辆压撞等；三是由于接触或吸收引起的事故，例如接触带电导体而触电，受到放射线辐射，接触高温或低温物体，吸入有毒气体或接触有害物质等。

人身伤害轻重不同，损失各异。事故与伤害程度之间存在着偶然性的概率关系。海因里希统计表明：人身伤害中重伤或死亡、轻伤与无伤害三者之比为 1:29:300。即在 330 件事故中，没有伤害或只受微伤的占 300 件，轻伤 29 件，重伤或死亡 1 件。

因而，事故与损失之间存在着下列法则：一个事故的后果产生的损失大小或损失种类由偶然性决定。反复发生的同种类事故，并不一定造成相同的损失。

也有在发生事故时并未发生损失，无损失的事故，称为险肇事故。即便是像这样避免了损失的危险事件，如再次发生，会不会发生损失，损失又有多大，只能由偶然性决定，而不能预测。因此，为了防止发生大的损失，唯一的办法是防止事故的再次发生。

3. 继发原因的原理

如前所述，事故的发生与其原因有着必然的因果关系。事故与原因是必然的关系；事故与损失是偶然的关系。

继发原因的原则就是因果关系继承性。

“损失”是事故后果；造成事故的直接原因是事故

前时间最近的一次原因,或称近因;造成直接原因的原因叫间接原因,又称二次原因;造成间接原因的更深远的原因,叫基础原因,也称远因。这个事故原因继发连锁关系如下:

损失← 事故←一次原因←二次原因←基础原因
(后果)(现象)(直接原因)(间接原因)(远因)

直接原因又进一步分为人的原因和物的原因两类;物的原因是指由于环境不良或设备、物质的不安全状态而引起事故的原因;人的原因是指由人的不安全行为引起的。

间接原因又可再分为五个方面:

(1)技术方面的原因;
(2)教育方面的原因;
(3)身体方面的原因;
(4)心理方面的原因;
(5)管理方面的原因。

管理方面有企业内的管理原因,也有行业、主管部门甚至是政策、法令上的管理缺陷。后者和学校教育的原因以及社会或历史上的原因,这三者可列为基础原因。

切断上述事故原因链,就能够防止事故发生,即实施防止对策。选择适当的防止对策,取决于正确的事故原因分析。

即使去掉了直接原因,只要残存着间接原因,同样不能防止新的直接原因再发生。所以,作为最根本的对策是深刻分析事故原因,在直接原因的基础上追溯到二次原因和基础原因,研究从根本消除产生事故的根源。

在事故原因分析中,多年来有个误区,即单纯地、过分地强调工人"违章作业""不小心""不注意",而忽视了企业管理、教育、法制、社会、历史等方面的基础原因。

4. 选择对策的原理

针对原因分析中造成事故的三个最重要的原因:技术原因、教育原因、管理原因。采取相应防止对策为:

(1)技术的对策;
(2)教育的对策;
(3)法制的对策。

通常把技术(Engineering)、教育(Education)、法制(Enforcement)对策,称之为"3E对策",被认为是防止事故的三根支柱。

预防事故发生最适当的对策是在原因分析的基础上得出来的,以间接原因及基础原因为对象的对策是根本的对策。

采取对策越迅速、越及时而且越确切落实,事故发生的概率越小。

5. 危险因素防护原理

(1)消灭潜在危险

用高新技术消除劳动环境中的危险和有害因素,从而保证系统的最大可能的安全性和可靠性,最大限度地防护危险因素。

(2)降低危险因素水平(值)的原则

当不能根除危险因素时,应采取降低危险和有害因素的数量,如加强个体防护、降低粉尘、毒物的个人吸入量。

(3)距离防护

生产中的危险和有害因素的作用,依照与距离有关的某种规律而减弱。如防护放射性等致电离辐射,防护噪音,防止爆破冲击波等均应用增大安全距离以减弱其危害。

采用自动化、遥控,使作业人员远离危险区域就是应用距离防护原则的安全方向。

(4)时间防护

这一原则是使人处在危险和有害因素作用的环境中的时间缩短到安全限度之内。

(5)屏蔽原则

指在危险和有害因素作用的范围内设置屏障,防护危险和有害因素对人的侵袭。屏蔽分为机械的、光电的、吸收的(如铅板吸收放射线)等等。

(6)坚固原则

指提高结构强度,增大安全系数。

(7)薄弱环节原则

指利用薄弱原件,使它在危险因素尚未达到危险值之前已预先破坏,例如保险丝、安全阀、爆破片等。

(8)不与接近原则

指人不落入危险和有害因素作用的地带,或者在人操作的地带中消除危险物的落入,例如,安全栏杆、安全网等。

(9)闭锁原则

这一原则是以某种方式保证一些元件强制发生相关作用,以保证安全操作。例如,防爆电气设备,当防爆性能破坏时则自行切断电源。

(10)取代操作人员的原则

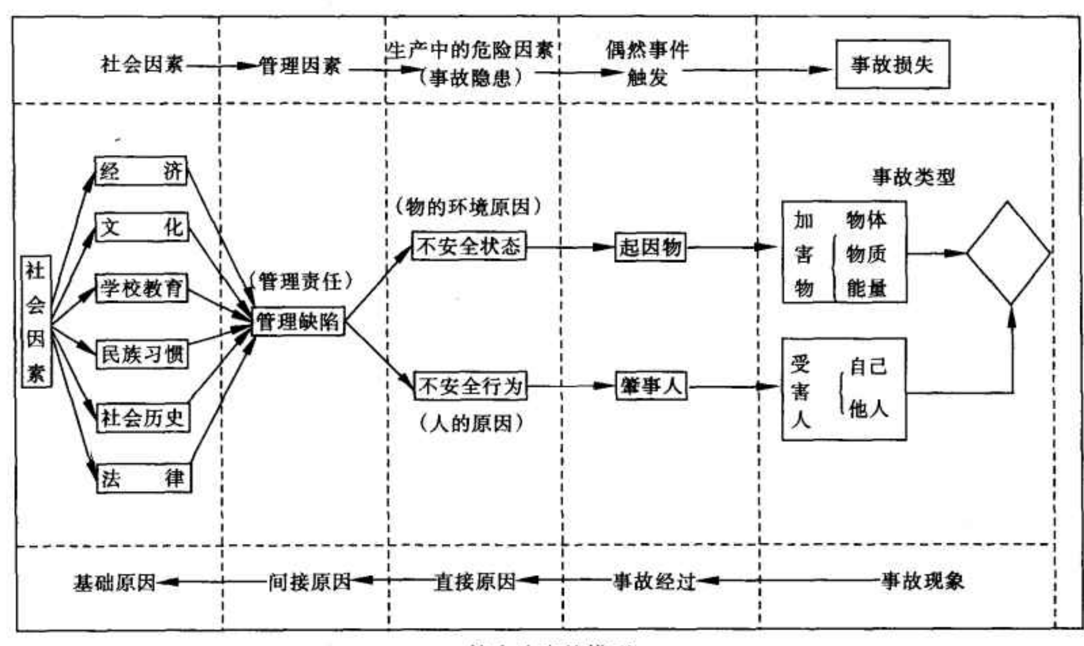
特殊或严重危险条件下,用机器人去代替人操作。

shigu zonghe yuanyinlun
【事故综合原因论】 简称综合论,它是综合论述事故致因的现代理论。

综合论认为,事故的发生绝不是偶然的,而是有其深刻原因的,包括直接原因、间接原因和基础原因。事故乃是社会因素、管理因素和生产中的危险因素被偶然事件触发所造成的结果。可用下列公式表达。

生产中的危险因素 + 触发因素 = 事故

这种模式的结构如下图所示。



综合论事故模型

事故的直接原因是指不安全状态（条件）和不安全行为（动作）。这些物质的、环境的以及人的原因构成了生产中的危险因素（或称为事故隐患）。

所谓间接原因，是指管理缺陷、管理因素和管理责任。造成间接原因的因素称为基础原因，包括经济、文化、学校教育、民族习惯、社会历史、法律等。

所谓偶然事件触发，系指由于起因物和肇事人的作用，造成一定类型的事故和伤害的过程。

很显然，这个理论综合地考虑了各种事故现象和因素，因而比较正确，有利于各种事故的分析、预防和处理，是当今世界上最为流行的理论。美国、日本和我国都主张按这种模式分析事故。

事故的产生过程是：由"社会因素"产生"管理因素"，进一步产生"生产中的危险因素"，通过偶然事件触发而发生伤亡和损失。

调查事故的过程则与此相反，应当通过事故现象，查询事故经过，进而依次了解其直接原因、间接原因和基础原因。

shigu kongzhi yuanli

【事故控制原理】 指以现代管理科学为基础的安全管理上的原则，用于人流、物质流中控制事故的发生。它是现场安全生产和文明生产的管理理论。

事故控制原理共归纳为 13 项，前 8 项是系统原理、整分合原理、反馈原理、封闭原理、能级原理、人本原理、动力原理、弹性原理等现代管理科学原理。它们是安全生产管理的依据。后 5 项分别为：安全目标管理原理、对人的安全管理原理、设备和物质的安全管理原理及机械设计时安全要求、作业环境安全原理以及强调管理者安全责任的事故致因理论——管理失误主因论。

系统原理 系统原理针对管理对象处在各个层次的系统之中的统一整体的特点，进行充分的系统分析，在分析和解决问题时，把重点放在整体效应上。

系统理论的主要特征有三：目的性、整体性和层次性。

所谓目的性，指不同系统有不同的目的，目的不明确必然导致管理的混乱。系统的结构不是盲目建立的，而是按系统的目的和功能建立的。因此，在组织企业生产时，应服从系统的目的：高效、经济、安全；社会效益与经济效益并重；精神文明和物质文明两手抓，两手都要硬。

整体性，指具有独立功能的各系统和要素之间，必须逻辑地统一和协调于系统的整体之中。管理要有全局观点，从整体目标出发，使各局部协调一致，局部利益服从整体利益，把整体的效益和单元的效益统一起来。

层次性，指系统中有层次结构，分一系列子系统，系统的各层次之间应该职责分明，上一层次向下一层次按系统的功能目标发出指令、信息并监督检查执行情况；协调各子系统之间的关系，充分发挥指挥功能，优化全系统。

整分合原理 整分合原理，指在整体规划下明确分工，在分工基础上进行有效的综合。

整体把握、科学分解、组织综合，就是整分合原理

的主要含义。

管理者的职责在于从整体要求出发,制定明确的目标,进行科学的分解。这里分解是关键,因为没有分解的整体构不成有序的系统,只有分解正确,分工才会合理。没有合理的分工,也就无所谓协作,分工是协作的前提。只有在合理分工的基础上进行严密有效的协作,才能进行现代化的企业管理,才能搞好安全生产。

有分有合,分而后合。分工后必须进行强有力的组织管理,使各环节在生产的时间和空间上同步协调,综合平衡发展,持续提高生产力和企业管理水平。

反馈原理 反馈是由控制系统把信息输送出去,又把其作用结果返送回来,并对信息的再输出发生影响,起到控制的作用,以达到预期的目的。管理的任务之一就是善于在反馈系统提供的信息和可供选择的方案中作出正确的决策,以获得最佳的管理效应。

封闭原理 封闭管理是指任何一个系统管理手段必须构成一个连续封闭的回路,才能实施有效的管理。一个管理系统除指挥中心和执行机构外,必须有监督机构和反馈机构,才能形成管理的封闭回路。监督和反馈机构能对实践的结果进行修正并提出可供决策的新方案。

对产品评估、产后服务等都是封闭的办法。

能级原理 现代管理必须建立一个合理的能级,使管理的内容动态地处于相应的能级之中。实现能级原理,要遵循三条原则:①管理能级必须按层次:经营层、管理层、执行层、操作层。②对不同的能级应表现出不同的权利、物质利益和精神荣誉。③各类能级必须动态地对应。

人本原理 人本原理,指各项管理活动都应以调动人的主观能动性和创造性为根本。

现代管理要在各种管理系统中把人的因素放在第一位,尽量发挥人的主动性和自觉性以及自我实现的精神。

这是企业政治思想工作的关键,也是激励论在企业管理上的应用。

动力原理 管理必须有强大的动力。有效的企业管理是生产的持续发展,是靠物质动力、精神动力和信息动力的综合运用。

物质动力是根本动力。经济效益是现代企业的灵魂,是物质刺激的动力;人是要有一点精神的,精神动力包括革命理想、爱国主义、精神鼓励、表扬奖励以及日常的思想工作;信息有相对的独立性,信息是财富,企业竞争靠信息为基础,产品质量、更新换代、出口创汇等都要用信息为动力。

弹性原理 管理要有充分的弹性,及时适应客观事物各种可能的变化,各项管理活动必须依据市场情况的变化,从局部到整体的弹性管理去适应之。

安全目标管理原理 目标管理始于1954年美国管理学家杜拉克在《管理实践》一书中提出的"目标管理和自我控制"的主张。他认为,一个组织的"目的和任务,必须转化为目标",让每个职工根据总目标要求制定自己的个人目标,并努力达到个人目标,以便共同实现总目标。

目标管理的理论依据是心理学中的目标论,其主要论点是任何组织系统地层层制定目标并强调目标成果的评价,可大幅度提高工作效率;职工期望的满足是调动积极性的重要因素;追求较高的目标是每个职工的工作动力。

目标管理的作用在于:发挥每个人的力量;调动人的积极性,提高整个组织的战斗力;增强现代管理组织的应变能力;提高各项管理人员的领导水平。

目标管理的内容:目标体系的制定、目标的实施以及成果的评价。

目标管理的三个分系统:综合计划管理分系统,全面质量管理分系统以及全面经济管理分系统。安全管理属于后者。按各分系统分解管理目标,分层落实。

目标函数和优化管理:

设系统的管理目标的基准量为 Y,系统的管理量或控制量为 X,系统的环境因数量为 Q,则目标函数可用下式表示:

$$Y=f(X,Q)$$

求解上述方程式,Y 为极大值或极小值时,即为优化状态。用数学方法求出控制量的过程即为优化过程。用概率模型的最优化法则,就是决策论。

若需要进行一系列决策,则 X、Q 均为时间的函数,这就是动态决策,可用下式表示:

$$Y=F[X(t),Q(t)]$$

目标管理就是对系统采用最优化管理,即使系统的输出接近目标值。

安全管理的目标包括:制定安全措施计划并予以实施,改善劳动条件,消除事故隐患和职业危害,进行安全监督、安全检查、安全指导、安全教育以及事故统计分析等日常安全工作。

安全管理的目标值分为绝对指标和相对指标。

安全管理的绝对指标,可以是:①消除重大事故,常提出"0、0、0"目标,即死亡事故为零、重伤为零、火灾为零。②减少负伤频率和职业病发病率。③综合治理,安全措施计划完成率。④事故损失。

安全管理的相对指标:①事故发生率,常用事故件数与劳动总时数的比率表示,如千人死亡率,百万工时死亡率;或用事故死亡人数与实物产量之比表示,如百万吨煤死亡率,千万吨钢死亡率等。②事故严重率,即工伤损失劳动时数与实际劳动总工时数的比值。

安全生产目标管理是根据企业的整体目标,在分

析外部环境和内部条件的基础上确定安全生产所要达到的目标，它们是上述指标的具体化，建立和健全安全生产责任制，强化安全教育，定期安全检查，开展安全竞赛，设备安全管理以及职工安全技能培训等具体指标。

安全目标管理的措施包括：

1. 领导措施。贯彻安全第一，预防为主的方针，及时发现安全问题和拟定安全目标，制定安全技术措施方案，消除事故隐患，从组织上和技术上解决安全问题。

2. 教育措施。企业推行三级安全教育，教育培训乡镇厂矿管理干部，如矿长资格认证等。

3. 技术措施。采用高、新技术改善安全卫生条件，提高机械化、自动化程度，推行作业标准化，使安全技术装备现代化。

4. 立法措施。贯彻国家《劳动法》《安全生产法》《矿山安全法》等；建立和健全安全卫生各项国家标准；推行安全生产责任制等。

对人的安全管理原理 这一原理基于：造成事故的直接原因是物的不安全状态和人的不安全行为，从而强调管理人的行为。

在人和物相互关系的影响中，人是处于主导地位的。因为一切设备、设施、工具、环境都是由人设计、制造、操作和维护的，而且管理者也是人。管理失误、设计失误、研制失误、操作失误和维修失误等不安全行为往往是事故的主要致因。因此，通过对人的行为施加影响，使其自觉地形成安全行为，控制人为失误是安全管理的重要组成部分。

从操作而言，要对人为失误加以控制，使不安全行为发生的概率为最小，就要使有关作业人员了解危险、认识危险、激励其安全动机。这就要为劳动者提供安全信息，加强安全教育和培训，广泛采用安全标志，普遍设置危险信号，开展安全心理学研究，加强安全思想工作，实行物质奖励和精神鼓励相结合的激励方法，防止其心理挫折，引导其积极向上，把动力原理应用于安全管理上，调动职工安全生产的积极性和创造性。

此外，在工作安排中应注意因人而异，防止某些工种对某种人的生理与心理不相适应，由此造成人为失误，从而导致工伤事故的发生。

设备和物质的安全管理原理 机器设备和物质—原材料是生产力的重要因素，是生产资料，是我国实现四个现代化的物质基础。现代的设备安全管理是对设备的设计、制造、安装、调试、使用、修理、改造、报废和更新等全过程进行的安全管理。同时，对系统中的物质流要建立合理的秩序和安全环境。提高设备和人机系统的可靠性是防止物的不安全状态的重要方面。

要正确选择机器设备。要综合分析其工作效率、性能、精度、可靠性等质量保证；要注意设备使用维修的方便性、安全性、环保性；要考虑设备对能源和原材料消耗程度以及投资费用和服务年限。

要合理使用设备，加强检查和维修。

建立良好作业环境的安全原理 这是文明生产的安全原理之一。

在生产现场，除机器设备能构成不安全状态以致造成事故之外，生产所用的原料、材料、半成品、工具以及边角废料等物，如放置不当（包括位置不当，放置方法不当）也会造成物的不安全状态。例如日本 1977 年制造业所发生的87 377件因物引起的不安全状态所造成的事故中，有 16015 件事故的原因是由于物的放置不当所引起的，约占 15.3%。作业环境缺陷为 687 件，占 0.7%。

为此，必须对生产原材料、半成品和工具等分门别类安放在合理的位置上，使之秩序井然，有条不紊。及时妥善处理生产垃圾，创造一个整整齐齐的作业环境，这也是与安全有密切关系的“文明生产”问题。

要使现场布置得安全合理，应做到：

1. 合理的布局。无论从平面布置还是从立体空间的交叉上，都必须划定各种物质（如机台、管道、工件、半成品、原料）的正确而合理的位置并使之处于安全状态。要明确“急需的近放，偶然需要的另放，不需要别放”的原则。在车间应有明确划出的半成品存放处，材料和原料暂放处。危险物品建立用多少领多少和妥善放置的制度，以便建立起正常的安全秩序。

由于车间杂乱无章，物品乱存乱放，废铁成堆，钉板满地而发生的撞击、打击、轧脚的伤害是举不胜举的。

2. 清理阻碍操作的物体，架存需要的零配件，安全放置易燃、易爆和有毒物质。

3. 立体堆放半成品和原材料，不应堆得太高，堆积高度不得超过底边长度的三倍。

堆放时，重物着地在下，轻物可放在架上。存放的物品要按使用的先后顺序合理堆放。

4. 为保持物的安全状态，除了对设备产生的磨损、腐蚀变质、龟裂等进行安全检查以外，还应对环境中物的安排秩序进行文明生产的检查。在检查安全设施的管理同时，应对操作环境的管理进行检查，其检查内容包括：

（1）对危险有害环境的现场，是否进行了充分的调查；

（2）整理、整顿、清扫的实施方法是否明确具体；

（3）工作人员是否积极进行了建立物的安全存放秩序；

（4）检查环境秩序的工作是否定期进行。

管理失误主因论 强调管理者责任的事故致因

理论。

生产过程中客观存在着不安全因素和众多的环境条件和社会因素，管理者如正确解决这些事故致因问题，则可达到安全生产；如果管理上对此处理失误，则可导致人的不安全行为和物的不安全状态，这两者又可相互转化，即人的不安全行为可以促成物的不安全状态，而物的不安全状态又可在客观上造成人产生不安全行为的环境条件。

由此可见，管理失误是产生"人失误"和"物故障"这两个直接原因的原因，即背景原因，有时也可能成为事故的本质原因。

如果管理者发现物的不安全状态而没有及时解决（构成了管理者失误），即促使隐患形成。所谓"隐患"是物的不安全状态和管理失误共同偶合的产物。

客观上一经出现隐患，人主观上又表现出不安全行为就会立即导致伤亡事故的发生。

因为物质是第一性的，但物的不安全条件有时不易于显现；人是有自由性的，随机的行动较多，七情六欲成于内而形于外，操作等行动举止易于被发现。所以，常常误把第一线工人误操作看成是事故的主要原因，把工人变成事故的直接责任者，甚至当成主要责任者。这是事故分析的误区。管理失误是促成隐患的主因，也是造成人的不安全行为的根由。管理者之所以失误又和客观环境条件和社会因素有关。管理者的责任就是改造客观环境，顺应社会变革，依照法律、标准创造保护劳动者的安全健康的环境条件。

（二）系统安全

xitong anquan

【系统安全】 指在系统寿命期内应用系统安全工程和系统安全管理方法，辨识系统中的危险源，并采取控制措施使其危险性最小，从而使系统在规定的性能、时间和成本范围内达到最佳的安全程度。

系统一词源于希腊语，有"共同"和"给以位置"的含义，指由相互作用、相互依存的若干元素结合而成的具有特定功能的有机整体。

系统安全泛指系统中的安全性，它与系统中的可靠性等同为系统的特定性能指标；它不能和"安全系统"一词相混淆。

系统安全是起源于20世纪50年代到60年代美国研制民兵式洲际导弹的过程中。它是人们为解决复杂系统的整体性和安全性问题而开发、研究出来的安全理论和方法体系。

民兵式导弹的推进剂当时是由气体加压到42 MPa，温度低达-196℃的低温液体。这种推进剂的化学性质非常活泼且有剧毒，其毒性远远超过战争中使用的毒气的毒性，其破坏性比烈性炸药更猛烈，腐蚀性也极大。导弹试验的开头一年半的时间里就发生了四次重大爆炸事故，损失惨重。分析爆炸原因追究到导弹投入试验之前的构思、设计、制造和维护等整体系统中的安全性问题。以此为契机，美国开始了系统安全方面的研究。

系统安全的理论和方法首先在美国空军应用，后逐步推广到全军。1969年颁布了武器系统开发研究、生产制造、使用维护的系统安全标准——MIL—STD—882(A)标准。此后，系统安全进入航天、航空及核电站等领域。1974年美国原子能委员会发表了WASH—1400报告：拉氏姆逊(J. Rasmussen)等人在没有核电站事故先例的情况下，应用系统安全的概率危险性评价技术对核电站做了概率的安全评价。

20世纪70年代以后系统安全逐渐推广到石油、化工等工业领域。

系统安全创新了安全观念：安全的相对性；安全贯穿于系统的整个寿命期间；危险源是事故发生的根本原因；系统可靠性和系统安全性相辅相成。

长时间以来，人们一直把安全和危险看作截然不同的、相互对立的事情，认为某一事物或者安全或者危险，没有中间状态。"安全"一词解释为"没有危险的状态""不会发生事故，不会导致人员伤害或财产损失的状态"。系统安全则认为，世界上没有绝对安全的事物，任何事物都包含有不安全因素，具有一定的危险性。安全只是一个相对的概念。系统安全所追求的目标是达到"最佳安全程度"，为一种实际可能的、相对的安全目标。安全是相对的，危险也是相对的。所谓安全，是没有超过允许限度的危险，即发生事故、造成人员伤亡或财物损失的危险没有超过允许的限度。

系统安全是早在一个新系统构思阶段就必须考虑其安全性问题，制定并开始执行安全工作规划，把系统安全工作贯穿于整个系统寿命期间，直到系统报废为止。在新系统的构思、可行性论证、设计、制造、试运转、运转、维修直到废弃的各个阶段都要辨识、评价、控制系统中的危险源。系统中存在的危险源是事故发生的根本原因。危险源是可能导致事故的潜在的不安全因素。系统安全的基本内容就是辨识系统中的危险源，采取措施消除和控制系统中的危险源。

可靠性和安全性都是判断、评价系统性能的重要指标。可靠性表明系统在规定的条件下，在规定的时间内完成规定功能的性能。系统由于性能低下而不能

完成规定的功能的现象,称为故障或失效。系统可靠性越高,发生故障的可能性越小,完成规定功能的可靠性越大。安全性表明系统在规定的条件下,在规定的时间内不发生事故,不造成人员伤害或财物损失的情况下,完成规定功能的性能。在许多情况下,系统不可靠会导致系统不安全;提高系统安全性的一个重要方面,应该从提高系统可靠性入手。可靠性着眼于维持系统功能的发挥,实现系统目标;安全性着眼于防止事故发生,避免人员伤亡和财物损失。可靠性研究故障发生前直到故障发生为止的系统状态;安全性侧重于故障发生后故障对系统的影响,故障是可靠性和安全性的连接点。采取提高系统可靠性的措施,既可以保证系统的功能,又可以提高系统的安全性。

xitong zhengtixing yuanli

【系统整体性原理】 系统整体性表现在系统内部诸要素之间及系统与外部环境之间保持着有机的联系。系统之所以能保持它的整体性在于它具有自我调节的能力和对外部环境的适应性。系统内部诸要素之间的联系为内部联系;表征内部联系的范畴,称为结构。系统与外部环境之间的联系为外部联系;表征这种联系的范畴称为功能。要素、系统、环境三个环节,就是通过结构和功能两个中介的沟通而有机联系起来的。

系统的整体性是由系统七大属性确定的:目标性、边界性、集合性、有机性、层次性、调节性和适应性。一切工作的出发点,都是由这些属性所体现出的整体与局部的关系,结构与功能的关系,使系统整体性力争达到最优化。

系统整体性原理的示意图见图1。

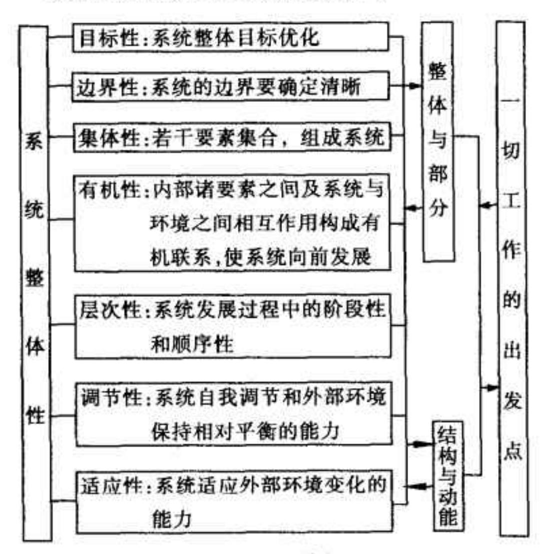


图1 系统整体性

引申这一原理应用于系统安全,绘出“系统中危险源和相关因素”以及建立“人—机—材料—环境系统”及其模型。

系统中的危险源和相关因素如图2所示,安全寓于生产之中,不安全、不卫生诸因素是在生产过程中的单元作业出现的。

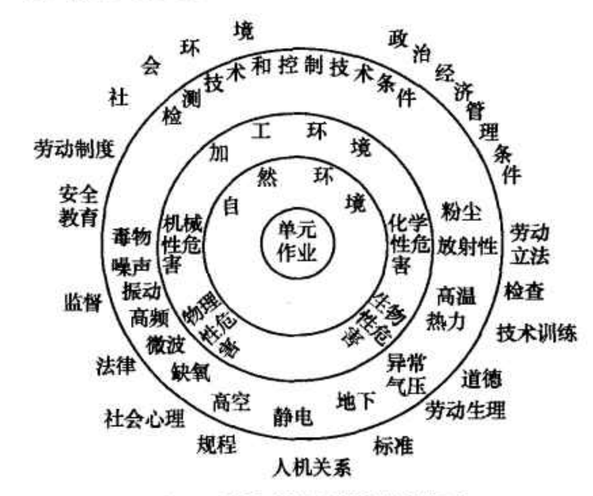


图2 系统中的危害源和相关因素

单元作业是在特定的自然条件下进行生产的基础操作,它受地理、地质、生态等因素包括气象、水文、岩性、地温、采光与日照等所制约。自然条件是这些因素的函数。

伤亡事故指的是职工在生产区域中发生的与生产有关的人身伤亡和急性中毒。单元作业的活动场所就是生产区域。所以在单元作业中发生的轻伤、重伤、死亡或中毒,属于在自然环境中发生意外事件的结果。

工业意外事件是由加工条件、操作因素所引起的人为不安全动作及机械或物质危害所造成的。人为的或机械、物质的危害则是由于检测不足或控制不利等人为过失所导致,而人为的过失又是社会环境和生产管理上的缺陷所造成的。社会环境包括政治经济因素,劳动制度,监督与检查,教育与训练,社会道德,家庭,以及个人的体质、生理、心理状态等因素;社会环境还包括法律、个人和集体的行为规则等人与人的关系以及人与社会生产水平(机械化与自动化程度)等关系。它是一个复杂函数。

为预防工伤事故,必须做到:以单元作业为中心,针对自然的特定环境和具体的加工、操作条件,控制人为的不安全动作;以探测技术作为认识不安全、不卫生因素的工具和手段,采用先进的控制技术去改造劳动环境,消除意外事件的直接原因;以社会环境为背景,采用法制、经济、监督检查、教育训练等手段,运用安全心理学、劳动生理学和人机学,加强安全生产组织管理,消除产生工伤事故的主要原因。

xitong zhong de xinxiliu

【系统中的信息流】 信息论和以研究信息反馈为主的控制论的引入,使信息的概念在系统科学中得到广阔的发展。

所谓信息,它通常是指物质—能量在时间上、空间上定量和定性的状态。

信息是在对象中捕捉某种物质、能量的状况和动态。从实用的观点来讲,当捕捉对象的实际状态和运动时,其中就存在着信息,或称信息流。

为使系统正常运行并实现高效率,就必须管理和控制物质、能量的流动。管理和控制的本质就是信息。

信息是系统的精髓。没有信息处理的系统相当于没有灵魂的躯体。没有充分和必要的信息,系统就不能合理的运行。

信息载于数据、符号等消息之中,人们得到消息之后,如果被该消息消除的不确定性越大,那么就认为这个消息所具有的信息量越大。某一事物具有的信息量大小与该事物可能出现的状态数目以及各状态出现的概率大小有关。

企业管理的职能是多方面的,管理活动的内容和形式也是多种多样的。如生产管理、质量管理、安全管理、财务管理、技术管理、物质供应管理、劳动管理等等。为了完成既定目标,必须对企业内部和外部存在的大量信息加以综合分析,并迅速而有效地向企业各级人员传递信息,以便对企业生产经营活动和安全生产情况进行合理的控制。一个企业在制定计划,作出决策前,必须及时、准确地取得信息。

现代化的企业是一个复杂的大系统,企业本身就是一个信息系统。贯穿于生产经营活动中的流通质有三种:由劳动力组成的人流;由生产资料、劳动资料以及包括财力组成的物质流;大量数据、资料、指标、图纸、报表、组织、计划等信息流。为了使企业经营达到最优效果,就必须对人流、物质流加以科学的计划、组织和协调,使其按一定规律运动,而人流和物质流畅通的前提条件是信息流的畅通。信息流的任何阻塞都会使人流、物质流造成混乱;而有损于企业安全生产和经营效果。因此,一个现代化的管理系统必须具有功能良好的管理信息系统,以便能够对企业内外的信息进行完整的搜集和加工,迅速的传递;以及有效地利用信息流的畅通为增加经济效益和安全生产服务。

信息反馈是现代化企业管理系统中非常重要的手段。企业为了达到既定的目标,管理人员必须对各方面的工作,包括产量、质量、材料消耗、机械维修、成本、安全生产等规定一定的标准。如果实际执行的结果偏离了原定的标准,那就要立即分析原因,采取行动,纠正偏差,进行有效的控制。

电子计算机是处理信息,实现现代化管理的重要工具。电子计算机管理系统是管理现代化的必然趋势。

xitong anquan fenxi

【系统安全分析】 系统安全分析又称危害分析。危害包括不安全的环境条件、操作、物的故障或其他不安全的因素。系统安全分析的目的,是为了查明危害以便在整个系统使用寿命周期内根除或控制危害。它包括下述内容:

1. 调查和评价可能出现的初始的、诱发的和起作用的危害的相互关系;

2. 调查和评价与系统安全有关的环境条件、设备、人员以及其他因素;

3. 调查和评价通过利用适当的设备、规程、工艺或材料避免或根除某种特殊危害的措施;

4. 调查和评价对可能的危害的控制措施和把这些措施体现到系统中的最好方法;

5. 调查和评价对不能避免或根除的危害失去或减少控制可能出现的后果;

6. 调查和评价一旦对危害失去控制,为防止伤害和损坏的安全防护措施。

系统安全分析方法有数十种,适用于不同的系统安全分析过程。这些方法可以按实行分析的相对时间分类,也可以按分析的内容分类;从分析的数理方法角度,可分为定性分析和定量分析;从分析的逻辑观点出发,可分为归纳的方法和演绎的方法。

预先危害分析(PHA) 预先危害分析是整个系统安全大纲中最初阶段的分析。它的作用在于查明和评价系统中的危害,确定所预计到的事故危险等级。

首先利用安全检查表、经验的方法和技术判断方法,查明危害存在部位。然后识别使危害成为危险状态的触发因素,研究由危险状态变为潜在事故的必要条件,并且进一步谋求防止可能发生的事故的方法及其效果。

危险类型和影响分析(HMEA) 这是着眼于子系统及其交接面的分析方法的概括名称。它包括故障类型和影响分析、故障树分析、能量转换分析、时间系列分析、故障/危害分析、故障类型和危险度分析。

这些方法研究功能性故障和非功能性故障的特征,其识别方法,子系统间的故障影响,涉及系统任务和人员的故障影响等问题。这些分析方法引入了可靠性工程的方法和技术,但是其处理的对象不仅仅是物的故障,而且包含广义的人机系统中存在的人的失误,其特征在于着力研究人和物对系统的影响。

危害综合分析(HIA) 前述的危害类型和影响分析是以子系统为研究中心,而危害综合分析对象是系

统或子系统的综合。具体地说，是以预先危害分析与危害类型和影响分析为基础的综合分析。

职业危害分析(JHA) 职业危害分析是操作危害分析、制造、试验危害分析、操作者失误分析等的总称。它从操作者方面对某系统的制造、试验、运转各阶段进行审查。其内容包括基本作业、作业方法，潜在的危害、对策等，即制定安全作业标准所要求的资料。

事故分析(AIA) 用于确认用其他方法不能确认的危害。该方法也重视人的失误问题。

总的危害研究(GHS) 这是在设计阶段或修改阶段初期进行的从安全上定性的、非数学的评价。这一分析包括的内容有：能量的分离、系统的环境限制条件、过电流的影响、压力容器的用法、有人系统的耐冲击性、材料贮存、人的因素、关于系统安全操作和维修保养的资料、关于系统安全操作和维修保养的训练。

系统安全分析(SSA) 这是主管部门用于审查整个系统的综合或交接面问题进行研究分析的总称，它使用由后述的子系统安全分析得到的资料。

系统综合分析(SIA) 由子系统交接面分析引出的对整个系统安全的分析。特别是从遵守安全基准、作为危险状态具体化的单独的或同时的故障或性能不良发生的可能性、保证不降低其他子系统或整个系统安全性的正常操作等三方面出发，审查子系统之间的关系。

系统危险故障类型分析(SHFMA) 为确定包括与总系统有关的操作人员以不恰当的程序作业的故障类别发生的可能性进行的分析和审查。

操作安全分析(OSA) 操作安全分析是为了决定在系统设计的各个阶段中有关人员、程序、维修保养用机器、支援、试验、操作、训练的重要安全事项。由此出发，制定紧急情况的处理、逃脱、营救等程序。

shijianshu fenxi(ETA)

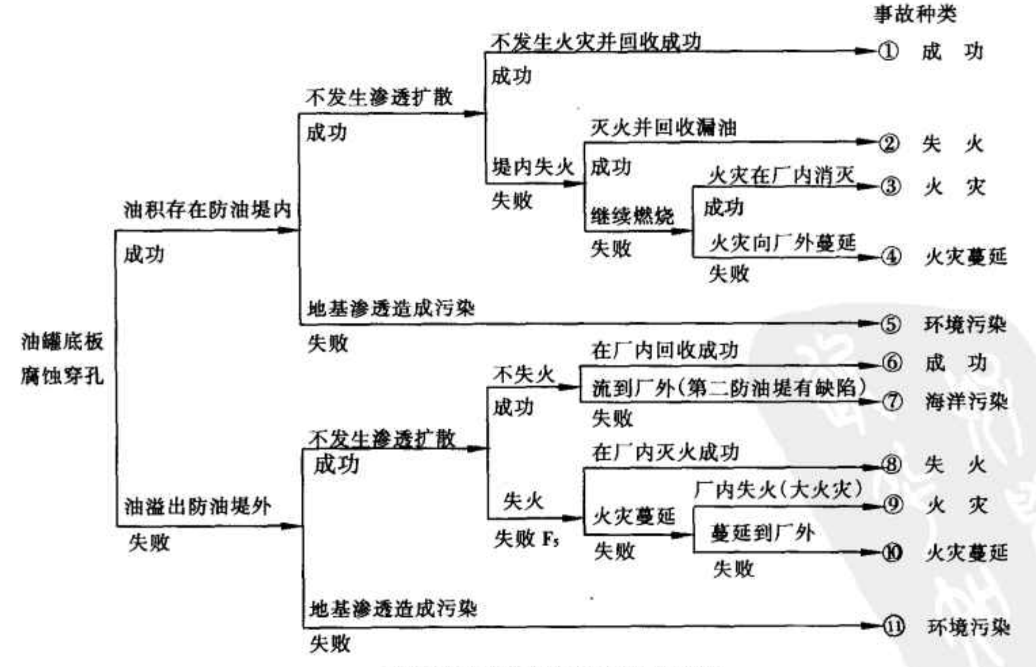
【事件树分析(ETA)】 一起伤亡事故的发生，是许多事件按时间顺序相继出现的结果，其中，一些事件的出现是以另一些事件首先发生为条件的。描述事故发展顺序逻辑次序可以通过事件树来实现。事件树是从1965年前后发展起来的决策树演化而来的。

决策树分析是用元素的可靠性来表示系统可靠性的方法。它是一种归纳的方法。如果能够获得各元素的可靠性数值，则可以进行定量分析。利用决策树分析伤亡事故时，则称为事件树分析。

研究在时间推移过程中各事件间的相互关系，可借助于数学中的马尔柯夫过程。

在事故发展过程中出现的事件可能有两种情况，事件出现或不出现，或者事件导致成功或导致失败。这样，每一事件的发展有两条可能的途径。究竟事件按哪一条可能的途径发展，具有一定的随机性。但是，往往按各条可能途径发展的概率是不相等的。它涉及有关的安全状况。

如果伤亡事故发展过程中包括 m 个相继发生的事件，由于每一事件可能的发展途径有两条，则总计会



石油贮油罐底部穿孔漏油事件树

有 $2m$ 条可能的发展途径，最终的结果也有 $2m$ 个。这些结果又可简单地区分为两类：伤亡事故发生或不发生，即成功或失败。通过事件树分析，把事故发生发展过程直观地展现在人们面前，人们可以在事故发展的不同阶段采取恰当的措施阻断事故发展进程，让事件向产生好结果的方面发展。

在相继出现的事件中，后一事件是在前一事件出现的情况下出现的，它与更前面的事件无关。后一事件选择某一种可能发展途径的概率是在前一事件作出某种选择的情况下的条件概率。因此，在定量分析时，各事件都要按条件概率来考虑。

做成事件树时，按照事件发展过程自左向右画，树枝代表事件发展途径，把结果好的分支画在上面，把结果不好的分枝画在下面。例如，油罐底部漏油事件的事件树，如上图所示。

该事件树详细描述了所能产生的火灾和环境污染等一切可能的后果。

yuxian weixian fenxi(PHA)

【预先危险分析(PHA)】 预先危险分析是系统设计期间危险分析的最初工作。也可运用它作运行系统的最初安全状态检查，是系统进行的第一次危险分析。通过这种分析找出系统中的主要危险，对这些危险要作估算，或许要求安全工程师控制它们，从而达到可接受的系统安全状态。最初 PHA 的目的不是为了控制危险，而是为了认识与系统有关的所有状态。PHA 的另一用处是确定在系统安全分析的最后阶段采用怎样的故障树。当开始进行安全评价时，为了便于应用商业贸易研究中的这种研究成果（在系统研制的初期或在运行系统情况中都非常重要）及安全状态的早期确定，在系统概念形成的初期，或在安全的运行系统情况下，就应当开始 PHA 工作。进行 PHA 所得到的结果可用来建立系统安全要求，供编制性能和设计说明书等。另外，PHA 还是建立其他危险分析的基础，是基本的危险分析。

1. 预先危险分析包括下列活动：

(1)回顾有关安全的历史经验。

(2)基本能源分类表。

(3)调查各种能源（为了确定控制能源的设计准备）。

(4)调查研究与人的安全、环境危害和有毒物质有关的安全要求和其他规定。

2. 为正确识别危险，PHA 应考虑下列系统设计范围：

(1)应检查含危险源元件，如爆炸品、燃料、压力等。

(2)应考虑有关安全的界面问题，例如材料兼容性、电磁干扰、不良动作。

(3)应包括正常及可能反常的环境问题和劳动卫生控制环境制，这也是重要的。这些因素诸如：超高温、噪声、振动危害、静电放电、闪电、X 射线，或其他电磁辐射和激光辐射。

(4)运行、试验、维修或其他处理活动中的问题是极其重要的。例如，人的失误，或危险的正常操作功能、人体系统的防卫要求，例如，救助、救生或逃离。

(5)为合理使用设备和装置所制定的辅助培训计划，应给予仔细审查。这是指储存、装配和试验有危险的系统或有危险的物质（例如电子功率源、爆炸装置、推进系统、有毒或有腐蚀性的液体），培训和考核负责处理这类材料、操纵这类系统的人员。

guzhang weixian fenxi(FHA)

【故障危险分析(FHA)】 在系统研制周期中，稍后于 PHA 的是进行故障危险分析。在系统概念形成阶段就开始作 PHA，而 FHA 则是在系统确定和研制阶段进行。

FHA 是一种方法，而不是一种分析类型。然而，这种方法是要用到系统的有关信息，但这些信息到研制周期的后期方可了解到。FHA 对一个采用系统安全的运行系统是有用处的。

FHA 是一种归纳方法，基本的分析形式是从特殊到一般。这样，在 FHA 过程中，检查组件或事件以确定它们对系统或子系统安全的影响。为了确定组件危险方式、危险的原因和对系统或子系统的实际影响，应该对系统或子系统作详细调查研究。

对系统中每个选定的组件，FHA 要说明两个问题：

第一，这个组件如何才能失效？

第二，这样的失效将引起系统或子系统怎样的故障？

每个组件失效方式不止一个，每个失效方式都构成对某种正常的系统功能的一种危险。根据危险可能性和严重性所对应的损害或功能失常，简要说明对系统的影响。然而，直到系统完全确定后，获得了 FHA 所需要的信息，才能全面执行 FHA。

yunxing weixian fenxi(OHA)

【运行危险分析(OHA)】 运行危险分析(OHA)是一种危险分析方法。在对所探讨的系统进行研究时，并不过多地涉及分析过程。在 OHA 中，集中分析来自任务、活动或系统进行功能的危险，这种危险发生在系统储存、运输、试验过程中。若一件不希望发生的事件引起了伤害，则在某处必然有故障发生。但危险并不都在元件或人员操作故障中，然而，焦点应是在可能造成灾难的唯一最直接原因的运行事件或活动上。

OHA 为下列安全设想提供依据：

1. 消除危险的设计改动，或提供安全装置和保险器。

2. 系统服务、培训、处理、储存和运输的特别规程。

3. 报警、警告标志、特殊说明或运行的紧急规则。

4. 确定与造成危险有关的运行时间和系统功能。

OHA 的工作应尽早开始以保证为制定系统试验的技术要求提供依据。为了提出修改和附加建议,循环、反复地作运行危险分析是最有效的方式,并且,在系统设计完成之前,应采用 OHA 评价系统运行功能模式的设计。

进行 OHA 的分析人员,应熟悉带有技术保障设备的系统的工程知识。在这种分析方法中,要求和规程都是信息库中的一部分。

分析的方式如同 PHA,用表格形式找出危险。OHA 类似于 PHA,只是 PHA 将运行事件作为预先分析的函数。简单的 OHA 表格有这样几例:运行事件的描述、危险描述、危险影响、危险控制、要求。

虽然大量的附加信息对 OHA 是有用的,但 OHA 一般较 FHA 及 PHA 简要些。分析过程随系统的类型及运行环境的不同而有其特点。

guzhangshu fengxi(FTA)

【故障树分析(FTA)】 故障树分析简称 FTA,是系统安全分析方法中得到广泛应用的一种方法。该方法起源于美国贝尔电话研究所。1961 年华特逊在研究民兵式导弹发射控制系统的安全性评价时首先提出了这种方法。接着,该所的 A·B·门斯等人改进了这种方法,对预测导弹发射偶然事故做出了贡献。后来,波音公司对 FTA 进行了重要改革,使之能够利用计算机模拟。1974 年美国原子能委员会利用 FTA 对商业原子电站事故危险性进行评价,发表了著名的拉氏姆逊报告,引起世界各国关注。目前许多国家都在研究、应用这一方法。

故障树是一种逻辑树图。树图是图论中的一种图;逻辑树图是用逻辑门联结的树图。故障树中包含的事件一般的都是故障事件。这些故障事件之间具有一定的逻辑关系,这种逻辑关系用相应的逻辑门来表达。确切地说,故障树是演绎地表示故障事件发生原因及其逻辑关系的逻辑树图。

据研究,尽管世界上的事物千变万化,但是它们之间的逻辑关系却最终归结为三种:"与""或""非"。相应地,表达这些逻辑关系的逻辑门为逻辑"与"门、逻辑"或"门、逻辑"非"门。

在故障树中,上一层故障事件是下一层故障事件造成的结果;下一层故障事件是引起上层故障事件的原因。当用逻辑门来联结这些故障事件时,作为结果的上层事件称为输出事件,作为原因的下一层事件叫做输入事件。

逻辑"与"门表示全部输入事件都出现则输出事件才出现,只要有一个输入事件不出现则输出事件就不出现的逻辑关系。

逻辑"或"门表示只要有一个或一个以上输入事件出现则输出事件就出现,只有全部输入事件都不出现输出事件才不出现的逻辑关系。

逻辑"非"门表示输入事件出现则输出事件不出现、输入事件不出现则输出事件出现的逻辑关系。

故障树中出现的事件一般地是故障事件,只是在较少的场合出现非故障事件。

故障树是从某一特定的事件开始,自上而下依次画出其前兆的故障事件,直到达到最初始的故障事件。某一特定的故障事件是被分析的事件,它可以是一次伤亡事故或其他的不希望的故障事件。它被画在树图的顶端(树根),故称为顶事件。最初始的前兆故障事件是导致顶事件(例如事故)发生的初始原因。它位于树图下部的终端(树叶),被称为基本事件。处于故障树顶事件和基本事件之间的事件,称为中间事件。中间事件即是造成顶事件的原因,又是基本事件产生的结果。

在利用故障树分析的对象是伤亡事故时,基本事件是物的不安全状态或人的不安全行为。在这里,将前者称为物的故障,后者称为人的失误。在事故原因分析中,人们更为关心的是人的失误,特别是操作者的失误。所以,在故障树中采用特殊的符号加以区别。但这不是必须的,有时为简化而不加区分,对物的故障和人的失误采用相同的符号。

事件符号:

1. 长方形符号

表示需要进一步分析的故障事件〔见图 1(a)〕,如顶事件和中间事件。在符号内写明故障内容。

2. 圆形符号

表示基本事件〔见图 1(b)〕。有时用虚线圆表示人的失误〔见图 1(c)〕。用加斜线的两个同心圆表示操作者的疏忽和对修正的遗漏〔见图 1(d)〕。

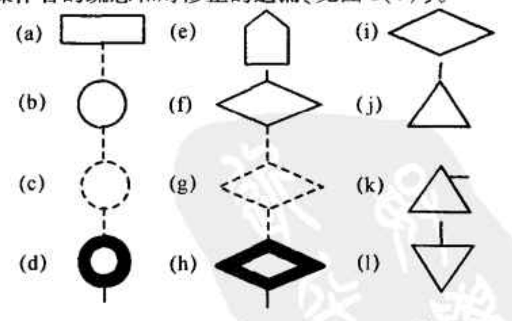


图 1 EF 的事件符号及转移符号

(a) 故障事件 (b) 基本事件 (c) 基本事件(人的失误) (d) 基本事件(操作者疏忽) (e) 正常事件 (f) 省略事件 (g) 省略事件(人失误) (h) 省略事件(操作者疏忽) (i) 省略事件(简化) (j) 转移符号(输入) (k) 转移符号(输出) (l) 转移符号(数量不同)

3. 房形符号

表示不是故障的事件，是系统内正常状态下所发生的正常事件〔见图1(e)〕。

4. 菱形符号

表示事前不能分析或者没有分析必要的省略事件〔见图1(f)〕。有时用虚线菱形和加斜线的双菱形表示人体差错或者操作者的疏忽和对修正的遗漏〔见图1(g)(h)〕。此外，当事前关系明确，并可用数量评价用FT简化时，可用空白双菱形〔见图1(i)〕。

5. 转移符号

表示在同一FT内，与其他部分内容相同的转移符号。连线引向三角形上方时，表示从其他部分转入；连线引向三角形侧部时，表示向其他部分转出。同时标以相互一致的编号〔见图1(j)(k)〕。

当转入部分与转出部分内容一致，而数量不同时，则转移符号采用倒三角形符号〔见图1(l)〕。

图2为某金属矿坠井死亡事件的故障树。

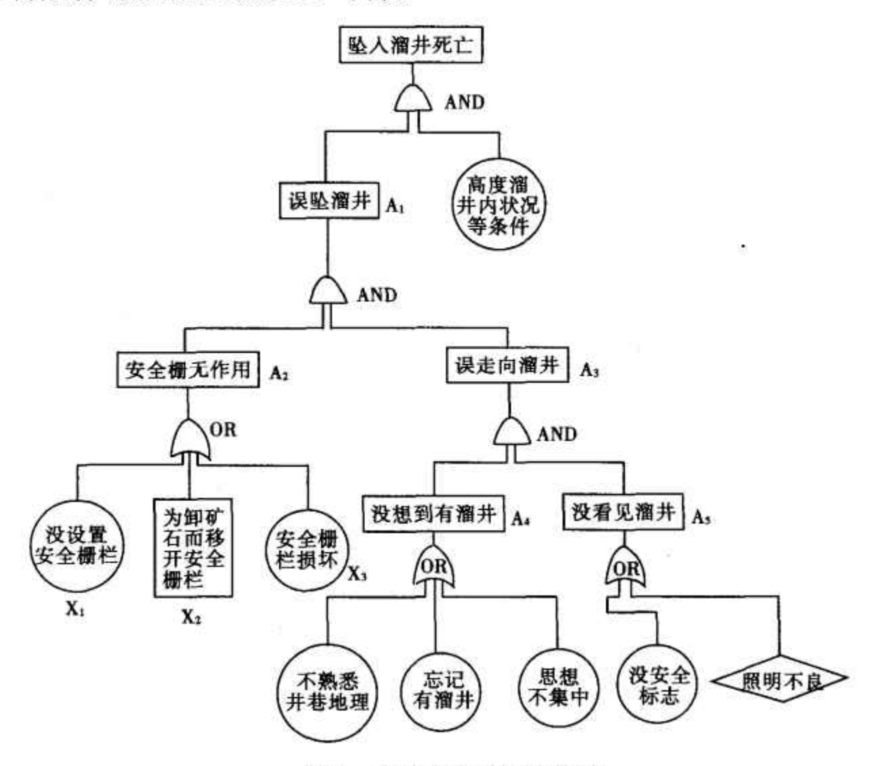


图2 坠人溜井死亡FT例图

xitong anquan pingjia

【系统安全评价】 系统安全评价又称危险评价、危险性评价、风险评价。评价的目的是为了进一步搞好投资、保险，加强计划、设计、建设、生产各阶段的安全管理；便于对系统存在的危险进行充分地定性和定量分析；对工艺过程和生产装置的危险作出综合评价；针对存在的安全问题，根据当前的科学技术水平和经济条件，提出有效的安全措施，以便消除危险或将危险降低到最小的程度。

危险评价是一项综合性的工作，它具有以下特点：

1. 它必须对生产系统的各个环节，如生产、运输、贮存等过程进行评价估量；

2. 要考虑原料、动力、设备、工艺等因素；

3. 不仅要考虑通常条件下工业生产的危险，还要考虑在自然灾害发生的情况下，例如遭受地震、山崩、洪水、台风等袭击时诱发的危险；

4. 既要考虑危险对工厂的严重威胁，更要考虑危险对社会的破坏后果；

5. 它不是针对个别作业和个别场所，而是针对全套工艺装备或整个工厂来进行的。

根据伤亡事故的统计指标可以评价系统的危险性。但是，这种评价属于对过去的安全状态的评价；伤亡事故的统计指标作为一份历史资料出现在人们面前。安全工作最关心的是在事故出现之前预测到发生伤亡事故的危险性。系统安全的优越性就在于能够在系统设计阶段根除或减少危害，使系统的危险性降到最小。如果在早期设计阶段不能根除危害，则通过对系统的危险性评价使人们认识到系统的危险程度而先行采取改进措施使危险性最小。同样，应用系统危险性评价方法可预测现有系统危险性或一项新的生产作

业任务的危险性。

危险评价，要根据不同的评价目的和要求，采取不同的评价办法，它包括：

(1)现状评价。通过评价使人们了解危险源和危险程度，以便寻求对策，降低危险。它是以过去的状态以及资料的统计、综合分析为基础所进行的评价。

(2)预评价。它是在规划和设计阶段进行的评价。具体做法：在设计阶段，预测事故的危险程度和研究控制或排除事故的可能性，以便在设计中得到解决；基建完成以后，可以按预定的目标控制事故，降低事故频率，保证生产安全。做好预评价的关键之一是充分掌握事故信息。

(3)系统安全评价。对现有的工艺过程、设备、环境、人员素质和管理水平等情况，从历史、现状、直到未来，进行系统的安全评价，以便确定安全措施，做好安全生产。

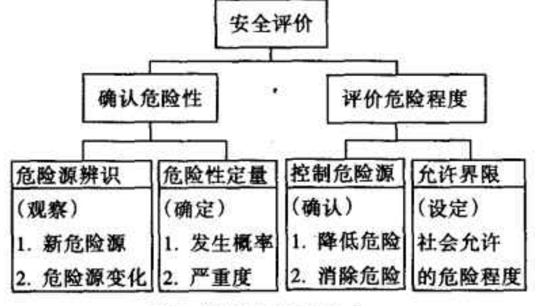
(4)局部安全评价。对特定环境、特殊设备、特殊要求做出评价。

“可接受的危险”或称社会允许危险是指没有超过允许限度的危险。不同的人或同一个人在不同的心理状态下，其可接受危险的水平是不同的。

人类为了保证生产、生活活动顺利地进行和自身不受伤害，必须努力控制危险源以消除和减少危险。然而，危险的存在是绝对的，人们为消除危险付出的代价越来越昂贵。于是人们需要进行危险性评价，用以判断所承受的危险是否为可接受的危险，是否值得花费高昂的代价去消除或减少它们。

系统安全评价是对系统危险程度的客观评价。它通过对系统中存在的危险源及其控制措施的评价客观地描述系统的危险程度，从而指导人们先行采取措施降低系统的危险性。

罗韦曾为安全评价下了如下图所示的定义。安全评价包括确认危险性和评价危险程度两个方面的问题。前者在于辨识危险源，定量来自危险源的危险性；后者在于控制危险源，评价采取控制措施后仍然存在的危险源的危险性是否达到可接受危险的水平。



安全评价的理想形式

根据系统寿命的相应阶段，系统安全评价区分为危险性预评价和现有系统危险性评价。

危险性预评价是在系统开发设计阶段，即在系统建造之前进行的危险性评价。预评价主要是预测系统中的危险源及其导致的伤亡事故，防患于未然，把危险消灭在设计阶段。

现有系统的危险性评价是在系统运转阶段进行的，目的在于了解现实危险，为制定控制措施提供依据。它有统计评价和预测评价两种方法。统计评价是根据过去发生事故的统计资料宏观地指导事故预防工作。预测评价与前述危险性预评价的方法相同，区别在于评价的对象是处于系统寿命期的现有阶段的危险性。

根据是否将危险性指标进行量化处理，安全评价又分为定性危险性评价和定量危险性评价。

定性危险性评价常用的方法是与有关的标准、规范、安全检查表对比，以判断系统的危险程度；根据同类系统或类似系统以往的教训指定危险性分类等级。

定量危险性评价是在危险性量化基础上进行的评价。它能较为明确地描述系统的危险性。依量化处理方式不同，它又分为概率的危险性评价法和相对的危险性评价方法。

概率的危险性评价方法是以某种系统事故发生概率计算为基础；相对的危险性评价法是根据评价者一系列打分标准计算分数值进行评价。这种方法需要更多的经验和判断。生产作业条件危险性评价法属于此类。

shigu yuce

【事故预测】 指应用预测技术防止事故发生。

传统的安全管理实质上是被动的事故管理，忽视了事故发生之前，每一工作环节潜在的危险，工作重点没有从事故的追查处理转变到事前的安全预测。现行事故分析是对已经形成伤害结果和经济损失后果的分析，这对总结教训而重视预防工作是必要的。但要真正贯彻落实“安全第一，预防为主”的安全生产方针，就必须开拓安全预测工作；即预测造成事故后果的许多前级事件，包括起源事件、过程事件、情况变化；随着生产的发展，新工艺、新技术的开发，预测会产生什么样的新危险、新的不安全因素；随着经济、科技和社会发展，预测未来的安全生产面貌及应采取的安全对策。

因此，预测技术是现代安全管理的重要组成部分。要搞好安全预测，首先必须学习，引进预测科学的一般原理和基本方法。

预测是运用各种知识和科学手段，分析研究历史资料和调研资料，对事物发展趋势或可能的结果进行事先的推测和估计。简言之，预测就是由过去和现在去推测未来，由已知去推测未知。

预测由预测信息、预测分析、预测技术和预测结果四部分组成。预测信息,就是在调查研究的基础上所掌握的反映过去、揭示未来的有关情报、数据和资料;预测分析就是将各方面的信息资料,经过比较、核对、筛选和综合,进行科学的分析、测算;预测技术就是预测分析所用的科学方法或手段;预测结果就是在预测分析的基础上最后提出的事物发展的趋势、程度、特点以及各种可能性结论。

预测是从过去和现在已知的情况出发,利用一定的方法或技术去探索或模拟未出现的或复杂的中间过程,推断出未来的结果。预测的过程框图,见图1。

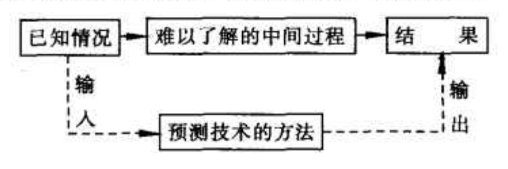


图1　预测过程

预测是对客观事物发展前景的一种探索性的研究工作,它有一套科学的程序。预测对象不同,预测程度也不一样。但一般来说,预测的程序可分为四个阶段十个步骤,见图2。

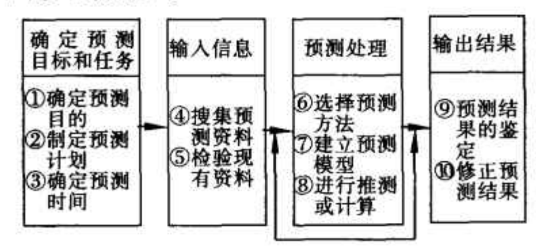


图2　反馈预测程序示意图

第一阶段,确定预测目标和任务。预测总是为一定的任务和目标服务的,管理的目标和任务决定了预测的目标和任务。目标清楚,任务明确,才能进行有效的预测。这一阶段有三个步骤:

1. 确定预测目的。只有首先明确为解决什么问题而预测,才能确定收集什么资料、采取什么预测方法、应取得何种预测结果,以及预测的重点在哪里等。

2. 制定预测计划。预测计划是预测目的的具体化,主要是规划预测的具体工作。包括选择和安排预测人员、预测期限、预测经费、预测方法、情报获取的途径等等。

3. 确定预测时间。不仅要明确预测的起讫时间,更重要的是根据预测的目的和预测对象的不同特点,明确预测本身是近期预测、中期预测,还是远期预测。只有这样,才能使搜集的资料符合预测要求,及时地完成预测任务。

第二阶段,输入信息阶段。根据确定的预测目标和任务,收集必要的预测信息,乃是进行预测的前提。预测结果的准确性取决于输入信息的可靠程度和预测方法的正确性。如果输入的信息不可靠或者没有根据,预测的结果必然错误。这一阶段可分为二个步骤:

1. 搜集预测资料。预测所需的资料,有纵的资料,也有横的资料。纵的资料是指反映事物发展的历史数据,如历史活动的统计资料。横的资料是指某特定时间对同一预测对象所需的各种有关的统计资料。资料的来源:一是管理系统的内部资料,二是管理系统外部资料,如国家机关和部门提供的资料,报刊发表的和各单位互相交换的资料,市场调查和用户信息方面的资料;以及国外的情报资料等。

2. 检验现有资料。对于已占有的资料要进行周密的分析检查,这是做好预测工作的关键之一。要检验资料的可靠性,去粗取精,去伪存真。一个假信息或失真的信息比没有信息更坏,它会对预测结果和决策的正确性造成严重的危害。特别是军事预测,对从敌方取得的情报,辨别其真伪更有特殊的重要意义。要检查统计资料的正确性和完整性,不够正确的要作适当调整,不完整的要通过调查研究,填缺补齐。

第三阶段,预测处理阶段,预测程序的核心正是在这一阶段中。在这一阶段中,根据收集的资料,应用一定的科学方法和逻辑推理,对事物未来发展的趋势进行预料、推测和判断。这一阶段分为三个步骤:

1. 选择预测方法。预测方法很多,选择什么样的预测方法,应依据预测目的、预测对象的特点、占有资料情况、预测费用以及预测方法的应用范围等条件来决定。有时还可以把几种预测方法结合起来,互相验证预测的结果,借以提高预测的质量。

2. 建立预测模型。通过分析资料和推理判断,揭示所预测对象的结构和变化规律,作出各种假设,最后制定和识别所预测对象的结构和变化模型,这是预测的关键。

3. 进行推理和计算。即根据模型进行推理或具体运算,求出初步结果,并考虑到模型中所没有包括的因素,对初步结果进行必要的调整。

第四阶段,输出结果阶段。这个阶段既是通过预测结果的修正,使之更符合客观实际情况的过程,又是检查预测系统工作情况的过程,是预测程序中必不可少的一个阶段,它分为二个步骤:

1. 预测结果的鉴定。预测毕竟是对未来事件的设想和推测,人的认识的局限性、预测方法的不成熟、预测资料的缺乏、预测人员的水平低等,都会影响预测的准确性,使预测结果往往与实际有出入,而产生预测误差。这种误差越大,预测的可靠性就越小,甚至失去预测的实际意义。因此,必须对预测结果进行鉴定,找

出预测与实际产生的误差大小。

2. 修正预测结果。分析预测误差的目的,在于观察预测结果与实际情况偏离的程度,并分析研究发生偏离的原因。如果是由于预测方法和预测模型不完善,就需要改进模型重新计算;如果是由于不确定因素的影响,则应在修正预测结果的同时,估计不确定因素的影响程度。

生产劳动中的工伤事故,其致因甚为复杂,不确定的因素极多,尤其自然环境、人工环境、社会背景、人为失误等因素难于估计其影响程度。推理找出事故致因的规律性是完全可以做到的;但预测的计算较难,误差较大,预测的可靠性较小。有些与天灾密切相关的工伤事故是无法预测的。

yuce fenxi fangfa

【预测分析方法】 预测分析是预测的重要组成部分。它是建立在调查研究或科学实验基础上的科学分析。对于任何事物,如果只有情况和数据,没有科学分析,就不能揭示事物演变的规律及其发展趋势,也就不可能有预测。预测分析包括:定性分析、定量分析、定时分析、定比分析以及对预测结果的评价分析等。预测分析方法现代化、科学化的要求是:定性分析数量化、定量分析模型化、模型分析计算机化等。

1. 定性分析

定性就是确定预测事物未来的发展性质。凡对缺乏定量数据或难以用数字表示的事物或状态,多采用此法。如政治经济发展形势、社会心理、产品品种、花色、款式、包装装潢、学术活动规律等等。定性分析是依靠个人经验、判断能力和直观材料,确定事物发展性质和趋势的一种方法,它也可以与定量分析结合起来应用,借以提高预测的可信程度。

2. 定量分析

定量分析就是根据已掌握的大量信息资料,运用统计和数学的方法,进行数量计算或图解,来推断事物发展趋势及其程度的一种方法。定量,定的是影响因素量。因素量是指对预测目标(y)的影响因素(x)的量。研究因素影响(x)与预测目标(y)之间的因果关系及影响程度,可用函数形式 $y=f(x)$ 来表示。

3. 定时分析

定时分析是对预测对象随时间变化情况的分析。定时,定的是时间影响量。即时间(t)对预测目标(y)的影响量。研究预测目标(y)与时间(t)之间的关系,包括时间序列的发展趋势、季节变化、周期变化和不规则变化等。通过对预测对象随时间变化情况的分析,预测未来事物的发展进程。可用函数 $y=f(t)$ 来表示。

4. 定比分析

定比,定的是结构比例量。比例量是指不同经济事务之间相互影响的比例(或结构量)。如国民经济各部门之间的比例、消费与积累之间的比例、消费品结构比例、商品库存比例等等。定比分析是用定比方法来研究和选择事物未来发展的结构关系。

5. 评价分析

在对预测目标进行了定性、定量、定时、定比等项分析预测之后,还必须对预测结果进行评价,即对预测结果可能产生的误差运用一定的科学方法进行计算,对预测结果实现的可能性作出估计,借以判断预测结果的准确程度。

预测方法很多,据统计至今已有150种以上,常用的也有二三十种。主要预测方法及其分类如下:

- 经验推断预测法
  - 头脑风暴法
  - 特尔菲法
  - 主观概率法
  - 实验预测法
  - 相关树法
  - 形态分析法
  - 未来脚本法
  - ……
- 时间序列预测法
  - 滑动平均法
  - 指数滑动平均法
  - 周期变动分析法
  - 线性趋势分析法
  - 非线性趋势分析法
  - ……
- 计量模型预测法
  - 回归分析法
  - 投入产出分析法
  - 宏观经济模型预测法
  - ……
- 因果分析法
  - 函数关系法
  - 相关关系法
  - 因子推演法
  - ……

anquan juece

【安全决策】 指解决安全生产的程序、步骤等的决策。

安全决策必须做到优化,要处理好以下几个关系:

1. 安全目标与生产目标相结合,既保证安全,又促进生产;

2. 安全性与经济性相结合,以最少的消耗,避免较大的损失,获得最好的安全状态;

3. 先进性与适用性相结合,以实效为主,工程技术为主,与管理、教育、法制紧密结合;

4. 当前目标与长远建设相结合;

5. 以预防为主,人、机、环境相结合。

安全管理,简单说就是解决安全问题。和对待其他事物一样,从认识论上讲也是有一个处理问题的程序:提出问题、分析问题和解决问题。发现问题只是提出了问题,关键是正确地分析,找出解决的途径而去实

施解决问题的方案。

解决问题的程序,一般而言,有七个步骤:

1. 调查:即查出问题之所在。要了解谁、在什么地方,从什么样的问题上出了偏差。

2. 事实确认:调查和事实确实是连贯的,调查清楚了也就进入了事实确认阶段。这中间有一个反复核对,兼听则明的收集证据的过程。

调查和事实确认都是属于发现问题的范围,所以也可以看成一个阶段中的两个步骤,是由浅入深,逐步落实问题的一个整体。

3. 查明原因:即着眼于能证明事实的证据,这是解决问题的第一步。所谓"原因",无非是人的和物的两方面原因。人的失误和物的故障则表现为不安全行动和不安全状态。这一般是直接原因,在这里要查清的是构成人与物两方面直接原因的原因,即找出管理上有缺陷的本质原因来。所以,这里应把查原因的重点放在管理上,对管理上存在的问题加以分析。

4. 原因评价:如前所述,没有只存在一个原因的结果,许多事故都是由几个原因促成的。另外,拟定一个预期目标,既要有物质条件的改善,又要有修订作业标准,而且还要培训工人,这些因素都没有障碍才能促成目标的实现。无论是事后追查型问题,还是预期目标型问题,企图一次把全部原因和障碍都找出来一揽子加以解决是不现实的。所以必须按重要性、迫切性设定一个先后顺序。这个步骤就是原因评价。

整理出的事故原因(事后型)和障碍要点(预期型)则称之为"问题要点"。

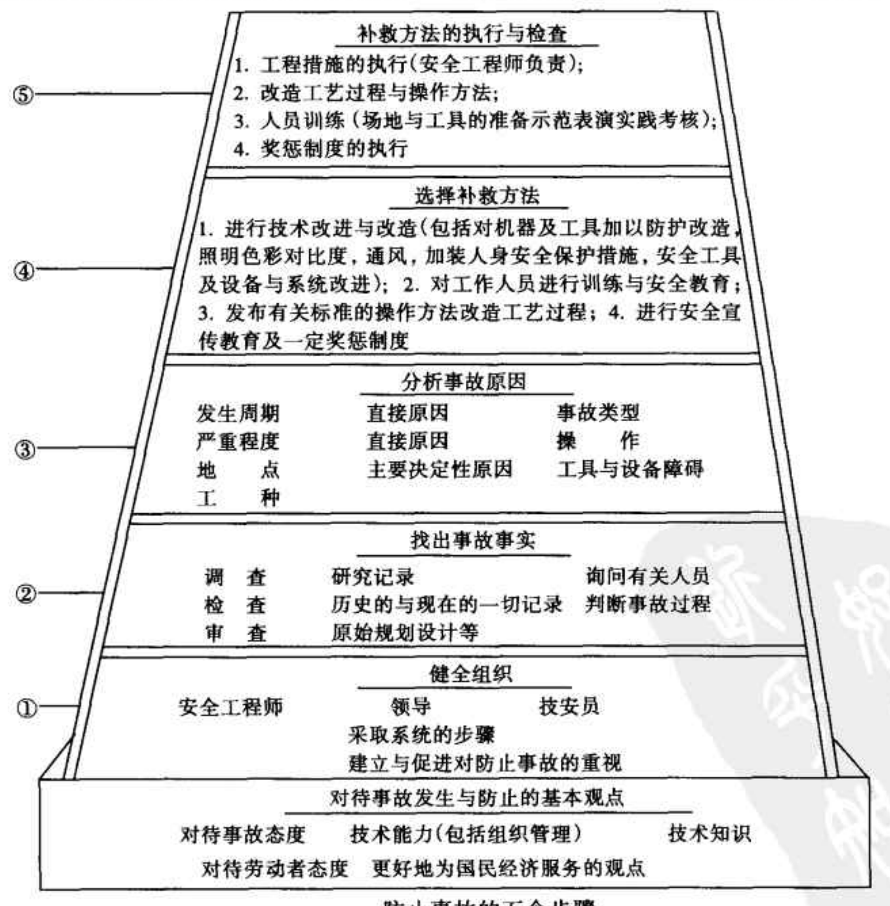
所谓问题要点,它和"问题"有本质差异。前者指的是由原因和障碍要点带来的那些问题以及解决问题所遇到的障碍条件而言。

整理出的问题要点是按轻重缓急定出的解决问题的顺序。

5. 研究对策:从前一步骤"原因评价"选出的问题,分为软件和硬件两个方面去研究解决办法。

因为要研究排除问题的对策,必须反过来追溯问题的发生经过。溯本求源,找出解决途径。

6. 实施对策:所谓"对策"就是有针对性的措施和办法。办法一经确定,就要组织人力物力去付诸实现。所以要有实施的负责人、实施程序和完成日期。



防止事故的五个步骤

7. 评价:有一个实施的计划程序仅仅是第一步,还要"评价"。即在观察措施计划实施的效果的同时,要评定措施的完善程度和检查有无缺陷。对实施的不合理之处,在检查评定之后要加以纠正。

这七项程序形成一个发现问题和解决问题的系列,构成了一个整体,并将此总结保存起来,作为情报积累。

防止事故的五个步骤是一种安全决策的过程。

安全管理要科学地应用因果规律做好生产领域的伤亡事故预防。

上图所示的五个步骤是密切联系的。第一阶段是组织管理功能;第二阶段需要把事故事实进行分类和记录;第三阶段是分析原因;第四阶段是根据原因而提出应采取的补救措施;第五阶段是执行与检查。

这五个步骤主要是解决事后追查型问题,以便防止同类事故重复发生。

这五个步骤均以安全科学知识和组织管理能力及基本态度和观点为基础。

第一步骤:组织。建立和健全安全委员会,设立安全专职机构和专职干部,有安全工作计划,在企业领导主持下建立有系统有实效,切实发挥作用的组织。

第二步骤:寻找事实。安全组织既已建立,安全措施计划已经形成,就要观察、记录和复核(开展调查研究)、判断、查询,收集第一手材料,确定安全工作的重点。

第三步骤:分析事故原因。分析事故频率、严重性、地点、工种的事故情况,就事故种类,生产工序,工具设备等存在的问题,找出发生事故的直接原因、次要原因以及本质上的主要原因。这可利用电子计算机及统计资料。

第四步骤:补救方法的选择。找出工伤事故的本质原因之后,有针对性地选择补救方法,以确定切实可行的措施。例如,加强安全教育,做群众的思想工作,调整或更换人员,请求工程修改等等。

第五步骤:补救方法的应用。加强监督检查,工程修改,流程改造,加强法制,严格规章制度,开展科学研究等等。企业领导、安全工程师、车间主任及工段长、班长等管理人员必须重视此项步骤,且负有直接责任。

补救方法的应用分为短期或长期两种,即存在的不安全情况、危险因素及环境,应立即予以控制解决,同时对较大的工程或工艺流程的修改应早做准备,有计划地完成,以阻止类似性质事故的发生。

bu anquan xingwei
【不安全行为】 海因里希在《工业事故预防》一书中就使用了人的不安全行为这一概念,并认为人的不安全行为是导致事故的直接原因。

青岛贤司曾经指出,从发生事故的结果看,确实已经造成了伤害事故的行为是不安全的,或者说可能造成伤害事故的行为是不安全的。然而,如何在事故发生之前判断人的行为是否是不安全行为,则往往很困难,人们只能根据以往的事故经验总结归纳出某些类型的行为是不安全行为,供安全工作中参考。例如,表1为我国国标 GB6441—86 附录 A 规定的不安全行为;表2为美国国家标准协会的 ANSIZ16.2—1962 规定的不安全行为;表3为日本劳动省规定的不安全行为。

表1 GB6441—1986 附录 A 规定的不安全行为

1. 操作错误、忽视安全、忽视警告
2. 造成安全装置失效
3. 使用不安全设备
4. 手代替工具操作
5. 物体存放不当
6. 冒险进入危险场所
7. 攀、坐不安全位置
8. 在起吊物下作业、停留
9. 机器运转时加油、修理、检查、调整、焊接、清扫等
10. 有分散注意力行为
11. 在必须使用个人防护用品、用具的作业或场所中,忽视其使用
12. 不安全装束
13. 对易燃易爆等危险品处理错误

表2 美国 ANSIZ16.2—1962 规定的不安全行为

1. 未经允许操作
2. 不报警、不防护
3. 用不适当的、不合规定的速度操作
4. 使安全防护装置失效
5. 使用有毛病的设备
6. 使用设备不当
7. 没有使用个人防护用品
8. 装载不当、放置不当
9. 提升、吊起不当
10. 姿势不对、位置不正确
11. 在设备开动时维护设备
12. 恶作剧
13. 喝酒、吸毒

博德从实用的角度出发,定义不安全行为是可能引起事故的、违反安全规程的行为。这样的定义给日常安全管理带来很大方便,即以是否违反安全规程作为判别不安全行为的标准。但是,不安全行为的种类很多,安全规程不可能把所有的事情都包括进去,只能限制那些经常出现、后果较严重的不安全行为,因而按这样的定义可能漏掉许多不安全行为。

表3　日本劳动省规定的不安全行为

1. 使用安全装置无效
2. 不执行安全措施
3. 不安全放置
4. 造成危险状态
5. 不按规定使用机械装置
6. 机械、装置运转时清扫、注油、修理、点检等
7. 防护用具、服装缺陷
8. 接近其他危险场所
9. 其他不安全、不卫生行为
10. 运转失效
11. 错误动作
12. 其他

海因里希把人的不安全行为的产生原因归结为四个方面的问题：

1. 不正确的态度。个别职工忽视安全，甚至故意采取不安全行为。

2. 技术、知识不足。缺乏安全生产知识、经验，或者技术不熟练。

3. 身体不适。人员健康状况或生理状态不佳，如听力、视力不良，反应迟钝、疾病、醉酒或其他生理机能障碍。

4. 不良的工作环境。照明、温度、湿度不适宜，通风不良，噪声、振动，物料堆放杂乱，作业空间狭小和设备、工具缺陷等不良的物理环境，以及操作规程不合适、没有安全规程等问题。

针对不安全行为的产生原因，海因里希最初提出了如下的对策：

工程技术方面的改进；

对人员进行说服教育；

人员调整；

惩戒。

后来这些对策被归纳为众所周知的3E原则：

Engineering——运用工程技术手段消除、控制不安全因素，实现生产工艺、设备等生产条件安全；

Education——利用各种形式的教育和训练，提高人员安全意识，掌握安全生产必需的知识和技能；

Enforcement——借助于规程制度、法规等行政管理乃至法律手段约束人们的行为。

根据事故致因理论，人的不安全行为是导致事故发生的直接原因。一般来说，不安全行为的主体是在事故现场的人员。事故直接责任者的不安全行为导致事故发生；事故受害者的不安全行为使其不能回避危险而遭受伤害（并非所有受害者都因不安全行为而受到伤害）。在实际安全工作中，更着重于从教育和强制方面防止人的不安全行为。

renwei shiwu

【人为失误】 人为失误又称人失误，对于它的定义众说纷纭，比较著名的专家有如下论述：

1. 皮特定义人失误为：人的行为明显偏离预定的、要求的，或希望的标准，它导致不希望的时间拖延、困难、问题、麻烦、误动作、意外事件或事故。

2. 里格比认为，所谓人失误，是指人的行为的结果超出了某种可接受的界限。换言之，人失误是指人在生产操作过程中，实际实现的功能与被要求的功能之间的偏差，其结果可能以某种形式给系统带来不良的影响。根据这种定义，斯文（Swain）等人指出，人失误发生的原因有两个方面的问题：由于工作条件设计不当，即规定的可接受的界限不恰当造成的人失误，以及由于人的不恰当的行为引起的人失误。

综合上面两种论述，人失误是指人的行为的结果偏离了规定的目标，或超出了可接受的界限，并产生了不良的影响。关于人失误的性质，许多专家进行了研究。其中，约翰逊对于人失误问题做了如下的论述：

1. 人失误是进行生产作业过程不可避免的副产物，可以测定失误率。

2. 工作条件可以诱发人失误，通过改善工作条件来防止人失误比对人员进行说服教育、训练更有效。

3. 关于人失误的许多定义是不明确的，甚至是有争议的。

4. 某一级别人员的人失误，反映较高级别人员的职责方面的缺陷。

5. 人们的行为反映其上级的态度，如果凭直感来解决安全管理问题，或靠侥幸来维持无事故的记录，则不会取得长期的成功。

6. 惯例的编制操作程序的方法有可能促使失误发生。

实际上，不安全行为也是一种人失误。一般来讲，不安全行为是操作者在生产过程中发生的，直接导致事故的人失误，是人失误的特例。一般意义上的人失误，可能发生在从事计划、设计、制造、安装、维修等各项工作的各类人员身上。管理者发生的人失误是管理失误，这是一种更加危险的人失误。

renwei shiwu de fangzhi cuoshi

【人为失误的防止措施】 防止人为失误的管理措施很多，这里着重介绍教育训练、标准化作业和人员选择等问题。

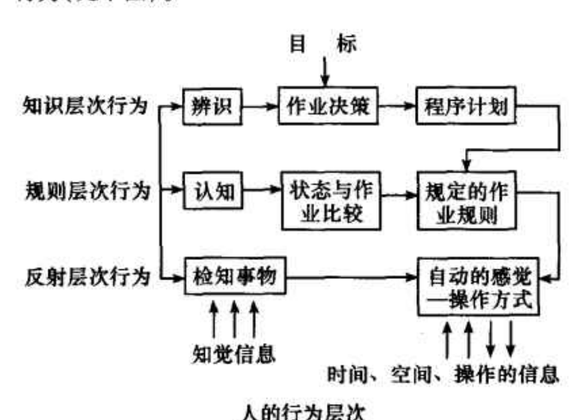
1. 教育训练

教育训练是防止人员产生不安全行为，避免或减少人为失误的重要途径。

（1）人的行为层次及安全教育

拉氏姆逊把生产过程中人的行为划分为三个层次，即反射层次的行为、规则层次的行为和知识层次的

行为(见下图)。



人的行为层次

反射层次的行为发生在外界刺激与以前的经验一致时,这时的信息处理特征是,知觉的外界信息不经大脑处理,下意识的行为。熟练的操作就属于反射层次的行为。反射层次的行为一方面可以节省信息处理时间,准确而高效地工作,以及迅速地采取措施对付紧急情况;另一方面,操作者由于不注意而错误地接受刺激,或操作对象、程序变更,仪表、设备人机学设计不合理而发生失误。

规则层次的行为发生在操作比较复杂时,操作者首先要判断应该按怎样的操作步骤操作,然后再按选定的步骤进行操作。进行规则层次的行为时,操作者可能由于思路错误或按常规办事,或由于忘记了操作程序、省略了某些操作、选错了替代方案而失误;长期的规则层次行为形成习惯操作而不大用脑思考,在出现异常情况的场合容易发生失误。

知识层次的行为是最高层次的行为。它发生在从事新工作、处理没有经历过的事情时,人们要观察情况,判断事物发展情况,思考如何采取行动,经过深思熟虑后才行动。进行知识层次的行为时,操作者受已有的知识、概念所左右,可能作出错误的假设、设想或推论,或对事故原因与对策的关系考虑不足而发生失误。设备的安装、调试和检修都属于知识层次的行为。

根据生产操作特征对人的行为层次的要求,安全教育相应地有三个层次的教育,即反射操作层次的教育、规则层次的教育和知识层次的教育。

反射操作层次的教育是通过反复操作训练,使手脚熟练地、正确地、条件反射式地操作。

规则层次的教育是教育操作者按一定的操作规则、步骤进行复杂的操作。经过这样的教育,操作者牢记操作程序,可以不漏任何步骤地完成规定的操作。

知识层次的教育使操作者不只学会生产操作,而且要学习掌握整个生产过程、生产系统的构造、工作原理、操作的依据及步骤等广泛的知识等。生产过程自动化程度越高,知识层次的教育越显得重要。

在进行安全教育时,要针对各层次行为存在的问题,采取恰当的弥补措施。

(2)安全技能训练

安全技能是人为了安全地完成操作任务,经过训练而获得的完善化、自动化的行为方式。由于安全技能是经过训练获得的,所以通常把安全技能教育叫做安全技能训练。

技能是人的全部行为的一部分,是自动化了的一部分。它受意识的控制较少,并且随时都可以转化为有意识的行为。技能达到一定的熟练程度后,具有了高度的自动化和精确性,便称为技巧。达到熟练技巧时,人员可以条件反射式地做动作。

安全技能训练应该按照标准化作业要求来进行。

练习是掌握技能的基本途径。但是,练习不是简单地、机械地重复,而是有目的、有步骤、有指导的活动,应该按照训练计划进行。在制定训练计划时,要注意如下问题:

1)循序渐进。可以把一些较困难、较复杂的技能划分为若干简单、局部的部分,练习、掌握了它们之后,再过渡到统一、完整的行为。

2)正确掌握对练习速度和质量的要求。在练习的开始阶段可以慢些,力求准确;随着进展,要适当加快速度,逐步提高练习效率。

3)正确安排练习时间。一般地,在练习开始阶段,每次练习时间不宜过长,各次练习之间的时间间隔可以短些。随着技能的提高,可以适当延长每次练习时间,各次练习之间的间隔也可以长些。

4)练习方式要多样化。多样化的练习方式可以提高人们的练习兴趣,增加练习积极性,保持高度注意力。但是,花样太多,变化过于频繁可能导致相反结果,影响技能形成。

(3)安全教育的阶段

安全教育可以划分为三个阶段的教育,即安全知识教育、安全技能教育和安全态度教育。

安全教育的第一阶段应该进行安全知识教育,使人员掌握有关事故预防的基本知识。对于潜藏有凭人的感官不能直接感知其危险性的不安全因素的操作,对操作者进行安全知识教育尤其重要。通过安全知识教育,使操作者了解生产操作过程中潜在的危险因素及防范措施等。

安全教育的第二阶段应该进行所谓“会”的安全技能教育。安全教育不只是传授知识,传授安全知识确实是安全教育的一部分,但是它不是安全教育的全部。经过安全知识教育,尽管操作者已经充分掌握了安全知识,但是,如果不把这些知识付诸实践,仅仅停留在“知”的阶段,则不会收到实际的效果。安全技能

是只有通过受教育者亲身实践才能掌握的东西。也就是说，只有通过反复的实际操作、不断地摸索而熟能生巧，才能逐渐掌握安全技能。

安全态度教育是安全教育的最后阶段，也是安全教育中最重要的阶段。经过前两个阶段的安全教育，操作人员掌握了安全知识和安全技能，但是在生产操作中是否实行安全技能，则完全由个人的思想意识所支配。安全态度教育的目的，就是使操作者尽可能自觉地实行安全技能，搞好安全生产。

安全知识教育、安全技能教育和安全态度教育三者之间是密不可分的，如果安全技能教育和安全态度教育进行得不好，安全知识教育也会落空。成功的安全教育不仅使职工懂得安全知识，而且能正确地、认真地进行安全行为。

2. 作业标准化

根据对人失误原因的调查，发现下列三种原因占有相当大的比例：

- 不知道正确的操作方法；
- 虽然知道正确的操作方法，却为了快点干完而省略了一些必要的操作步骤；
- 按自己的习惯操作。

为了克服这些问题，必须推广标准化作业，按科学的作业标准来规范人的行为。好的作业标准至少应满足下述要求：

(1)应该明确规定操作步骤、程序。例如，关于人力搬运作业，不是简单地规定"搬运过程中不要把东西掉了"，而是具体地规定怎样搬、搬到什么地方。

(2)不应给操作者增加精神负担。例如，对操作者的熟练技能或注意力的要求不能过高；操作尽可能简单化、专业化；尽量减少使用夹具或工具的次数，采用自动送料装置等。

(3)符合现场实践情况。由于生产实际情况千变万化，通用的作业标准往往很难获得好的效果，所以应该针对具体作业情况制定切合实际的作业标准。

在制定作业标准时，应该由工程技术人员、操作者共同研究，反复实践后确定。

在制定作业标准时，首先把操作过程分解为单元动作，逐一设计各单元动作，然后相互衔接成为一个整体。一般地，制定作业标准要考虑到人员身体的运动、作业场所的布置，以及使用的设备、工具等符合人机学要求。

制定出作业标准后，要对操作者进行教育训练，让他们自觉地按作业标准进行操作。

anquan xinxi

【安全信息】 指企业组织生产中起安全作用的信息集合。安全信息有3个基本要点：①根据信息管理能量。事故是能量作用于人体而发生，使用安全信息对能量进行管理和控制是系统安全管理的重要内容。②生产第一线的信息是安全信息的核心。因为危险源是生产第一线的单元作业；大多数事故发生在生产现场，利用信息来管理能量，防止由于能量转移而造成事故，主要的安全信息也是在劳动现场，在生产第一线才能获得。所以生产现场的安全信息称为一次信息；而有关安全生产的方针、政策、法令、规标、安全规程以及各种工程技术、企业管理等的文献及其中的数据；安全教育培训用的图书资料、事故统计分析报告，国内外安全生产的文明创造、经验总结以及国际劳工组织的标准、协议等都是安全信息，但这些与生产第一线的安全信息不同，称为二次安全信息。当然也有间乎一、二次安全信息之间的另类安全信息。③现代安全管理是以安全信息为中心，在计划、实施、工程收尾等系统中各环节之间，用系统安全分析、系统安全评价为方法所建立起来的能预防、预测、预警、预评价的新的安全管理体制，见图1。

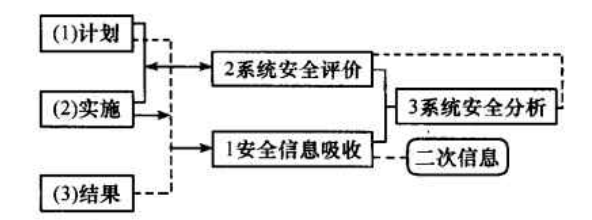


图1 安全预测的新管理体制

图1表明，从计划、实施、结果检查等步骤中经常吸收安全信息，这种信息尽可能把握住生产现场和企业管理的实际状况，但是吸收信息量的大小是有弹性的，这取决于个人的知识水平和组织的管理能力。为此，设置出一个情报系统是非常必要的。分析和评价工作在系统安全中占有重要位置。在这一新体制中，分析和评价相当于各个阶段、各类问题的研究结论以及对关键安全问题的确认。这样，就可对系统的计划、实施进行频繁而及时的评价和经常性的检查。

安全一次信息来源于生产现场，指与发生事故有关的某种生产活动的全部信息。安全信息寓于生产之中，有组织系统的信息流，流动于经营者、管理者、检查员及生产者之间。上下级之间的信息流，多以安全检查人员为中心对上接受指令、信息、报告、申述；向下发布指导建议、信息传达、接受报告、教育训练；同级之间信息联络、援助对方、受人援助。

人使用机械进行操作时，人和机械接触面上有信息流。这时信息随能量流动而传递。

图2表示人—机系统中流动于人机之间的信息流模型。

机械中的信息流表现为自动化设备的信息控制。

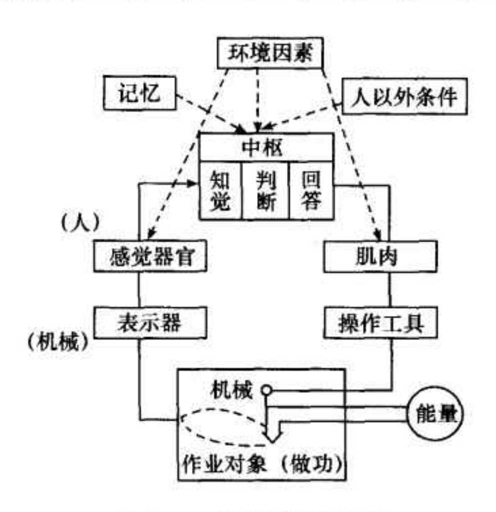


图2 人-机系统的信息流

操作回路和控制回路应当是信息流和能量的网络,但控制回路中的能量远比动力的能量小,而驱动回路中主要是能流,但其中也有信息流。

物质和环境条件的信息就是环境、物的特性。例如搬运重物时,它的形状、大小、重量、体积、重心等特性就是它本身固有的信息。

操作信息是随着运动而流动的,操作分解和对动作的分析都是为安全生产服务的信息流。

信息流可用于安全管理,要有意识地收集信息,积极收集生产第一线的安全信息,明确目的,加强安全标准化、法规化。厂矿长和安全检查人员应对特殊工种和危险源附近的作业过程进行系统安全分析;审阅并分析车间、班组的安全日记,及时发现不安全因素并设法排除。对重要的安全情报和危险信息要及时处理。

shangwang shigu xinxi jili

【伤亡事故信息机理】 指阐述以信息处理失误而导致伤亡事故的理论模型。

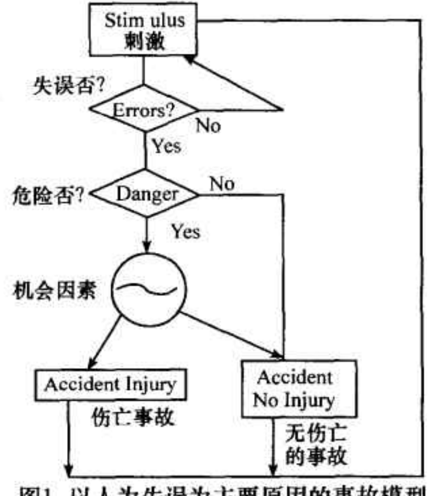


图1 以人为失误为主要原因的事故模型

1. 威格里沃思(Wigglesworth)以人失误为主因的事故模型

该模型认为:人失误是构成所有伤亡事故的基础原因。把"失误"定义为:错误地或不适当地响应一个刺激。如图1所示:2人在操作时各种刺激不断出现,若工人响应正确,事故(accident)就不会发生;如果对刺激响应失误,就可能有危险(danger),如果不存在危险,所发生的事件是无伤害的;若现场存在危险因素,事故能否造成伤害(Injury)取决于各种机会因素,既可能造成伤亡,也可能是没有伤亡的事故。

该模型突出了以人的不安全行为导致事故的机理,但不适用于不以人为失误为主因的事故原因分析。

2. 瑟利模型

以流行病学为基础研究人失误造成的事故。1969年,J. Surry以沙切曼(Suchman)的流行病学模型为基础,把伤亡事故发生发展过程划分为两个阶段:危险构成(出现危险)和造成伤害(显现危险,紧急时期)。每个阶段都涉及人的信息处理过程。信息处理过程中每个环节的失误都促使事故过程的进一步发展。

由图2所示,事故发展的每个阶段中都有很多由于信息处理失误而导致事故的机会。换言之,只有在每个阶段的信息处理上的每个环节均不失误,才能防止事故发生。

3. 安德森模型是修正增补的瑟利模型

1978年安德森等曾在分析60件工伤事故中应用了瑟利模型及其提出的问题,发现后者存在相当的缺陷,并指出:瑟利模型虽然清楚地处理了操作者的问题,但未涉及机械及其周围环境的运行过程。通过在瑟利模型之上增加一组前提步骤,即构成危险的来源及可察觉性,运行系统内的波动(变异性),控制此波动使之与操作波动相一致。这一工作过程的增加使瑟利模型更为有用,详见图3。

安德森对瑟利模型的增补,始于可控制系统(一个不可控系统,例如闪电,不能为模型的开始组所阐明)。问及系统是否能观察到(通过仪表或人的感官),至于察觉是否可能主要指有无噪声,照明不良或因栅栏而阻碍了对工作过程的察觉。

对信息的处理是否可能,这一问题涉及人对观察系统运行的准备充分与否;即操作者是否知道系统是怎样工作的。还有运行造成的疲劳、压力、警惕性的降低使准备观察系统受到妨碍的程度。

下面两个问题是关于操作者性能的变异性,即行为的波动,运行系统是否提供了足够的时间和空间以适应行为的波动,如果是,则可以认为运行系统是安全的,否则必须对系统做修改(机器或程序)。

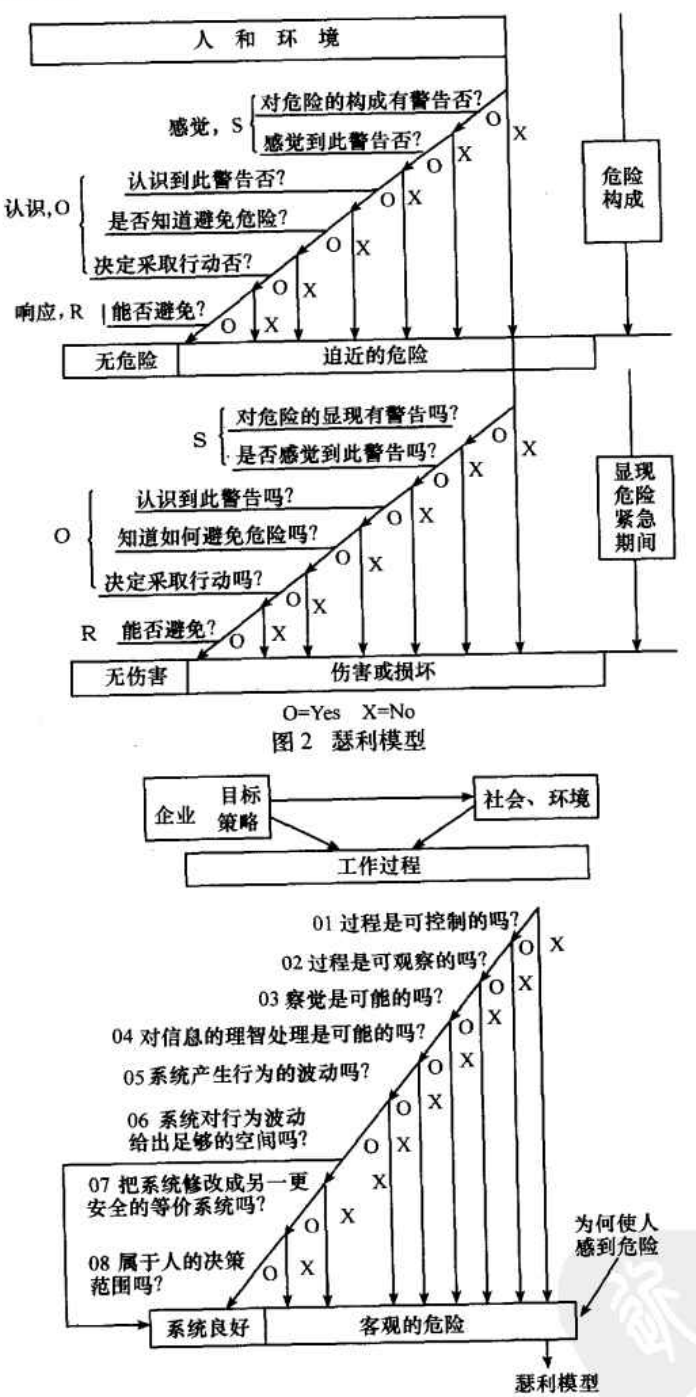


图2 瑟利模型

图3 修正的瑟利—安德森模型

O—Yes X—No

对于瑟利模型和安德森等人的扩展模型，理解工伤事故致因的关键在于理解两方面：操作者洞察力和机动性；机械、工具、材料等运行中的变异性，使这两者均保持正常而不发生事故。

4. 黑田模型是研究人在信息处理中失误倾向的事故模型

黑田认为，新工人的失误往往是由于缺乏经验，而老工人的失误往往是由于信息处理过程中对信息的压缩处理产生的。图4中所列出的数字表明，人的感觉器官接受的信息量大，而大脑处理信息的能力低，在信

息处理过程中出现“瓶颈”现象。为了解决大脑在信息处理过程中的“瓶颈”现象，在信息预处理阶段要对接受的信息进行取舍、压缩及变形等处理，这就决定了人在信息处理过程中具有发生失误的倾向。信息处理过程中导致失误的主要倾向有：

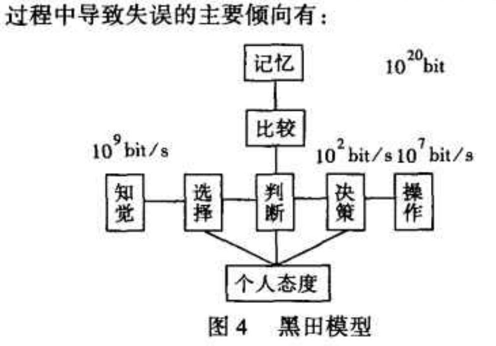


图4 黑田模型

(1)简单化。人具有图省力，把事物简单化的倾向。如在工作中把自认为与当前操作无关的步骤舍去，或拆掉安全防护装置等。

(2)依赖性。人具有依赖性。喜欢依赖他人，如上、下级，同事等；或依赖它物，如规程、说明书及自动控制装置等。

(3)选择性。对输入的信息进行迅速的扫描并选择，按信息的轻重缓急排队处理和记忆。这使得人们的注意力过分地集中于某些特定的东西(操作、规程或显示装置)而忽视其他。

(4)经验与熟练。对于某项操作达到熟练以后，可以不经大脑处理而下意识的直接行动。这一方面有利于熟练地、高效地工作；另一方面这种条件反射式的行为在一些情况下，如应急情况下，是有害的。

(5)简单推断。当眼前的事物与记忆中过去的经验相符合时，就认为事故将按经验那样发展下去，对其余的可能性不加考虑而排斥。

(6)粗枝大叶、走马观花。随着对输入的信息的扫描范围和速度的增加，忽略细节，舍弃定量而收集一些定性的信息。

这些倾向的不利方面是造成人失误的原因。为了克服它们，在工艺及操作、设备等的设计中要采取恰当的技术措施。例如，在设计警告装置时，要充分考虑如何把操作者从过度的精神集中下解放出来；针对应急情况进行训练、演习，避免条件反射式的动作等。

5. 皮特森模型

皮特森认为，事故原因包括人失误和管理方面的缺陷两项，而人失误的主要原因又是超过人能力的超负荷，对外界刺激造成心理紧张、人机学方面的问题以及决策失误等。见图5。

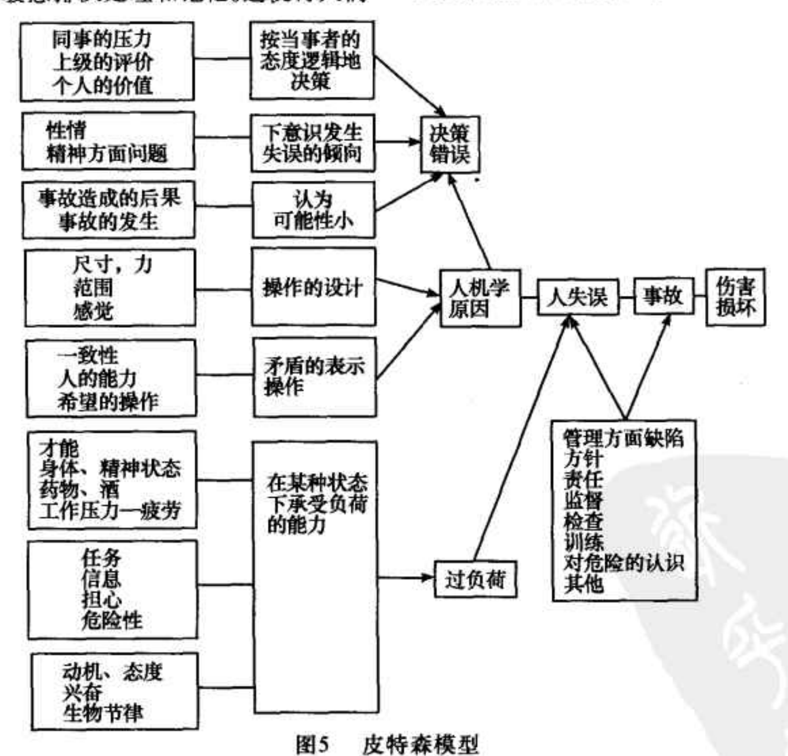


图5 皮特森模型

renji xitong shigu moxing

【人机系统事故模型】 指从人机关系上研究事故致因的模式。人机系统包括人、机、环境、材料四个方面。在环境不被有害气体污染的情况下，人机系统的事故模式多以人的行为为主体，即以人为本。这种事故模型中，伤亡事故多发生在人、机两子系统相交

的斜线区内(见图1)。在这种伤亡事故模型中,机械设备和人相交叉的区域的形状、斜线部分的面积取决于机械系统的结构及机械能量的大小以及人自身的行为方式等不同而各异,因此造成的人身伤害部位、轻重及事故类型也不尽相同。在现代化大生产的集体劳动中往往不是单人—机械系统,而是在同一时间内为完成同一目的,由多人操纵一台大型设备,即所谓多人—机械系统。往往由于人多动作不易协调,信息交流不充分不及时,加之视野局限,极有可能造成机械对人的危害而发生事故。这种机械—多人系统常见于共同修理、清扫、调整、大型设备;共同搬运大型重物;在长电路上共同检修高压线路等,其事故概率较高(见图2)。



图1 单人—机械系统事故模型

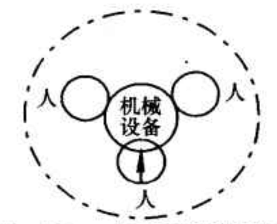


图2 多人—机械系统事故模型

在生产现场如有化学成套设备中存在有毒有害物体跑冒滴漏或有放射线、高频、噪声振动、有毒气体等生产环境污染,则人机不是相交而是"机放人吸",不取决于受毒者个人行为,这是一种不以人为主体的事故模型(见图3)。



图3 环境污染事故模型

在人机关系复杂的作业现场如矿山、建筑、风雨中室外作业等,有时会从与自己完成作业过程的全然无关的系统以外"飞来"物体,以致突然使人受到伤害,这称之为人机系列外事故模型(见图4)。



图4 人机系列外事故模型

xitong kekaoxing

【系统可靠性】 指系统成功的概率。系统的可靠性又取决于各元素(元件、设备)的可靠性。设备在规定的环境里完成预定长时间内的运转而不发生故障的概率称为设备可靠性。可靠性的对立面是故障。故障定义为:系统、设备、元件失去所规定的性能。故障或称不可靠性。设备可靠性可表述为

$$R_{(t)} = 1 - F_{(t)} = 1 - \int_t^{\infty} f(t)\,\mathrm{d}t$$

式中 $R_{(t)}$——可靠性;

$F_{(t)}$——不可靠性;

$f_{(t)}$——故障概率密度分布函数。

故障率(λ)等于设备平均无故障时间(T)的倒数,即

$$\lambda = \frac{1}{\text{平均无故障时间}} = \frac{1}{T}$$

设备故障率是其使用时间(t)的函数,即在不同使用阶段,设备故障率按不同规律变化。一般分为三个阶段:①早期故障,即试运转或磨合期的故障,多因加工或装配不良所引起;②随机故障,是正常龄期的故障,故障率为常数;③损耗故障,为设备老龄期磨损故障,为磨损、疲劳、腐蚀等原因所造成,故障率高于早期故障。

提高设备可靠性的措施:①利用高可靠性的元件,提高装置质量和安装质量;②利用备用和平行冗余系统。在规定的时间内几个备用、冗余设备都失灵出故障的概率等于单独设备故障率的乘积;③对处于高温、高湿、寒冷、摩擦、腐蚀等恶劣环境下运行的设备应采取相应的保护措施;④加强试验研究;⑤加强预防性维修。

weixian fenxi

【危险分析】 指对危险类别、概率、水平的分析。

安全的对立面是危险,常用"风险"这个词描述与从事某种活动相联系的危险的可能性。风险与危险的可能性有关;风险是损失的期望值。所谓"激发",是可将危险从其潜在状态转变为显现的事故。所以,风险是危险变事故的频率、强度及持续时间的概率。风险是描述可能的损失;危险是潜在的可能引起事故的

事件。

危险分类有四级：

四级——安全的：不会导致人员伤害或设备损坏的危险；

三级——临界的：不至于发生严重伤害或巨大损失的危险；

二级——危急的：能导致人员伤害或严重的设备损失；

一级——灾难性的：能使系统破坏、人员死亡或严重的终身残废的危险。

危险分类，见下表。

危险分类

分类	危险	设备损坏	人员伤害
Ⅳ	安全的	无	无
Ⅲ	临界的	少量的	轻微的可恢复的伤害
Ⅱ	危急的	大量的	暂时性重伤或轻残
Ⅰ	灾难的	系统损失	残废或死亡

危险矢量用危险概率、危险严重度和危险水平(危险性)来表征。

危险概率表示危险发生的可能性，以 P 表示。

危险严重度是由最终将要发生的伤害、损失等后果的定性评价，可用危险级别 C 表示由危险影响的严重程度。

危险水平(危险性)是危险级别 C 和危险发生概率 P 的函数，即

$$HL = f(C_i P_i)$$

式中 HL——危险水平；

C_i——第 i 级危险的严重度；

P_i——第 i 级危险发生的概率。

weixianxing dingliang pingjia

【危险性定量评价】 指对作业条件的危险性作为评价环境，与某些作参考的环境之对比为基础，采用“打分”的方法，指定各种自变量以分数，最后根据总的危险分数来评价其危险性。

$K \cdot J \cdot$ 格雷厄姆和 $G \cdot F \cdot$ 金尼提出这一作业条件危险性定量评价法的依据是：有三个影响作业条件危险性的因素：①发生事故的可能性(L)；②暴露于危险环境的频率(E)；③事故一旦发生可能产生的后果，即危险严重度(C)。危险性 $= L \times E \times C$。

可能性因素 L，以实际不可能发生的情况作为最低分数参考点 0.1；完全意外极少可能定为 1，完全能预料到将来某时会发生的事件定为 10，处于这两种之间取中间值，见表 1。

表 1 事故或危险事件发生可能分数

分数值	事故或危险情况发生可能性
10	完全会被预料到
6	相当可能
3	不经常，但可能
1	完全意外，极少可能
0.5	可以设想，但高度不可能
0.2	极不可能
0.1	实际上不可能

暴露于危险环境 E，时间长短是主要因素。人员出现于危险环境中的时间越长，受到伤害的可能性越大，相应的危险性数值也越高。连续不断地暴露于危险环境，指定最高分为 10，非常罕见地暴露定为 0.5。其间插入逐日、每周、每月、每年暴露情况的分数为 6、3、2、1，见表 2。

表 2 暴露于潜在危险环境被指定的分数值

分数值	出现于危险环境的情况
10#	连续暴露于潜在危险环境
6	逐日在工作时间内暴露
3	每周一次或偶然的暴露
2	每月暴露一次
1#	每年几次出现在潜在危险环境
0.5	非常罕见的暴露

注：#“打分”参考点。

危险的可能结果，即危险严重度 C，可以从轻微伤害直到多人死亡的悲剧结果规定分数值为 1～100。把需要救护的轻微伤害的可能结果规定为分数值 1，以此为一个基准点，把造成多人死亡的可能结果规定为分数 100，作为另一个参考点。在两个参考点之间内插指定中间值。

表 3 为规定的可能结果的分数值。

表 3 可能结果的分数值

分数值	可能结果	
100#	大灾难	许多人死亡
40	灾难	数人死亡
15	非常严重	一人死亡
7	严重	严重伤害
3	重大	致残
1#	引人注目	需要救护

注：#“打分”参考点。

危险分数即危险性，根据式 $L \times E \times C$，某种具有潜在危险的作业环境的危险分数为上述三个因素的分数之积。

根据经验,危险分数20以下的环境被认为是低危险性的,一般说来可以被人们接受。这样的危险比日常生活中的一些活动,如骑自行车通过拥挤的马路去上班的危险性还要低。因而这样的标准是偏于保守的,以促使我们努力研究整改措施。危险分数为70~160的情况有显著的危险性,需要马上采取措施整改。危险分数为160~320的环境是一种必须立即采取措施进行整改的高度危险的环境。320分以上的高分数表示环境异常危险,应该立即停止作业直到环境得到改善时为止。如果不能采取有效的措施保证安全生产,则应该永远停止工作。

由于这种分级是根据过去的经验划分的,就难免带有局限性,所以不能认为它是普遍适用的。这里仅提供作为参考。在具体应用时可以根据具体情况适当加以修正,使之更适合于实际情况。

表4为危险总分数。

表4 危险分数

分数值	危险程度
>320	极其危险,不能继续作业
160~320	高度危险,需要立即整改
70~160	显著危险,需要整改
20~70	可能危险,需要注意
<20	稍有危险,或许可被接受

当评价系统内不同作业条件的危险性以确定采取整改措施的轻重缓急时,可以把算得的危险分数直接比较,哪个危险分数高,哪个就应优先被整改。

例如,耐火材料企业在砖坯成型生产工序使用一种摩擦压力机。这种压力机出厂时没有安全保险装置,使用单位也没有采取有效措施。在操作过程中有时会发生压手事故,按以前发生的事故看,一般为压掉手指,最严重的伤害是把整个一只手压掉,但不能使受害者死亡。为了评价这种操作条件的危险性,确定每种因素的分数值:

1. 事故发生的可能性。对于这种情况,其事故发生的可能性属于"相当可能发生"一级。于是,其分数值 $L=6$。

2. 暴露于危险环境。工人每天都在这样的条件下操作,得到分数值 $E=6$。

3. 可能结果。可能结果处于"严重,致残"和"严重、严重伤害"之间。确定分数值 $C=5$。于是按公式得:

$$危险分数=L\times E\times C=6\times 6\times 5=180$$

这种作业条件已经属于高度危险,应该立即采取措施解决。

gailü weixianxing pingjia

【概率危险性评价】 是以某种伤亡事故或财产损失事故的发生概率为基础进行的系统危险性的定量评价。

概率危险性评价起源于核电站安全性的研究。在兴建核电站时遭美国民众反对之声四起之时,美国麻省理工学院拉氏姆逊教授(N. C. Rasmussen)等人于1972年由美国原子能委员会出资300万美元,用50人·年工作量完成了萨里(Surrey)核电站和桃花谷(Peacb Bottom)核电站的概率危险性评价。1975年美国原子能委员会发表了《美国商用核电站事故危险性评价》的安全研究报告(WASH1400 "NUREG 741014")。在研究中应用事件树分析和故障树分析方法建立了核反应堆事故模型,并输入各种故障率数据进行了概率危险性评价,得到如下主要结论:每年核反应堆堆芯熔化事故为 5×10^{-5},后果不会造成人员死亡。这是按当时核电站周围40公里范围内1 500万居民,可以在事故时被疏散的情况估计的。100座核电站的危险性不超过陨石伤人意外灾害的危险性。1979年3月28日美三哩岛核电站发生了反应堆堆芯熔化事故,该事故的许多情景都与拉氏姆逊报告中预测的情况类似。继核工业之后,概率危险性评价被应用于化学工业和石油化学工业。

概率危险性评价的程序如下图。



概率危险性评价程序图

量化危险性,是以危险度作指标描述系统的危险程度。一般地,把危险度定义为事故发生概率(P)与事故后果严重度(C)的乘积:

$D=P\cdot C$。在事故后果甚为严重时,可在 C 上加一指数 K,即 $D=P\cdot C^K(K>1)$。

确定安全目标的方法有:①根据可接受的危险确定安全目标;②根据经济(成本效益率)确定安全目标;③根据事故统计确定安全目标。

奥特韦(H. J. Otway)和厄德曼(K. C. Erdmann)研

究核电站的社会允许死亡危险时得出如下结论:①年间死亡概率 10^{-3}——不可接受的危险,应立即采取措施;②年间死亡概率 10^{-4}——积极投资控制减少这种危险,例如交通和火灾事故;③年间死亡概率 10^{-5},公众意识到危险,如淹溺,劝告人们不要野浴等;④年间死亡概率 10^{-6}——不会威胁普通人的危险,可以接受;⑤年间死亡概率 10^{-7},高度可接受的个人死亡危险。

1983 年美国核规程委员会规定的定量安全目标为核电站事故导致周围 1.6 公里(1 英里)范围内居民的直接死亡概率不得超过美国公众因其他事故直接死亡累积概率的千分之一;即为 5×10^{-7}/年;此范围内个人癌症死亡率应不超过其他原因诱发癌症死亡累积概率的千分之一;即 2×10^{-6}/年。堆芯熔化事故 $<10^{-4}$/堆·年。

huozai baozha zhishufa

【火灾爆炸指数法】 指加工处理有火灾爆炸危险物质的危险性评价法。美国道化学工业公司(Dow Chemical Co)开发的火灾爆炸指数法在世界范围内得到广泛应用。在该方法基础上,英国帝国化学工业公司的蒙德部门开发了火灾、爆炸、毒性指标法。我国化工、石化、石油、医药等企业在应用这些方法上都收到良好效果。道化学工业公司的火灾爆炸指数法是一种相对的评价法,主要用于危险性排序。从 1964 年第一版至 1994 年第七版每次都有重大改进。该评价法可划分为两个方面,一是评价危险物质及工艺过程的火灾爆炸危险性,二是评价一旦造成事故的经济损失。

计算火灾爆炸指数的程序:确定单元、求出物质系数、计算单元工艺危险性系数、求出火灾爆炸指数、探讨影响范围及其中价值、计算最大预计损失、最大停产损失。

首先要确定被评价的单元,选择被评价单元要考虑单元内处理危险物质的潜在化学能,危险物质的数量、资金密度、工作温度和压力、以往发生事故的情况。

确定物质系数 *MF*,它是反应物质发生燃烧或化学反应引起火灾爆炸,释放能量强度的指标,常见的化学物质的 *MF*,可查表求得。

计算单元工艺危险系数 F_3 由一般工艺危险系数 F_1 和特殊工艺危险系数 F_2 的积求得,它反应工艺过程本身的危险程度。一般工艺危险性须考虑放热、吸热、储运、封闭单元、通道及泄漏或排放等六个方面;特殊工艺危险性则须考虑物质毒性、负压作业、燃烧范围、粉尘爆炸、压力释放、低温作业、危险物质量、腐蚀、轴封和接头处泄漏、明火加热、油换热及回转设备等 12 项内容的情况。依此求出 $F_3=F_1\cdot F_2$。计算火灾爆炸指数 *F&EI*,为物质指数 *MF* 和单元工艺危险系数 F_3 的乘积:

$$F\&EI=MF\cdot F_3$$

计算损失:(1)确定火灾爆炸影响范围(R),根据装置布置或建筑物情况按下式计算影响半径:

$$R=0.26F\&EI(\mathrm{m})$$

确定单元破坏系数,它反应火灾爆炸时危险物质能量释放造成破坏的指标,取决于 *MF* 和 F_3,其数值在 0.01~1.0 之间。

计算基本最大预计损失(MPPD),这是火灾爆炸发生时其影响范围内全部财产的价值,亦即在遭受破坏后为恢复生产所需要的再投资金额。再乘以单元破坏系数即为基本 MPPD 值。采取安全措施可以减少火灾爆炸危险性,相应地考虑折扣系数。

实际最大预计损失是基本 MPPD 乘以安全措施折扣系数。

最后计算停产损失 BI。

在新的工程项目设计阶段应进行的安全预评价中,就应同时对危险物质加工处理、运输、储存诸过程进行危险性评价,及早采取措施以减少 MPPD 和 BI 的数值。有效的措施包括变更平面布置、增加安全距离、减少暴露范围内的总资金、减少危险物质储量、消除危险源以降低火灾爆炸指数以及增加安全控制措施。

anquan jiankong xitong

【安全监控系统】 指在生产过程中监测与安全有关的状态参数,发现故障或异常,及时采取措施以防止事故发生的监测控制系统。

一般安全监控系统由检知、判断、驱除三个部分组成。检知部分主要由用以感知特定物理量变化的传感元件构成;判断部分把感知的参数值与规定值相比较,判断状态是否正常;驱动部分的功能是当判明故障、异常、有可能出现危险时实施恰当的安全措施,诸如:停止运转、紧急停车、启动安全装置、向人员发出警报。先进的安全监控系统的三部分均由自动化仪表和设备构成。在检知、判断发现故障或异常时,驱动机构自动地启动安全装置或紧急停车,同时发出信号。

生产企业常用的安全监控系统有:操作安全监控系统、可燃气体泄漏监测系统、火灾监控系统。以冲压机械操作安全监控系统为例,按其检知部分工作原理不同分为光线式、红外线式和感应式三种。可燃气体或液体泄漏监测系统的检知部分主要是由气体传感器组成。气体传感器有三类:依气体的物理化学性质进行检测的气体传感器有:催化燃烧式、半导体式和固定热导式等;根据气体的电化学性质进行检测的气体传感器有定电位电解式等;依气体的物理性能进行检测的气体传感器有光干涉式、红外吸收式的热传导式等。火灾监控系统的检知部分称为火灾检测器,它分为感烟、感温和感光三种类型;感烟检测器又分离子感烟、

光电感烟、激光感烟三种类型。感温检测器有定温式、差温式和差—定温组合式三种。感光检测器有红外光式和紫外光式两种。

安全监控系统可能发生漏报和误报两种故障。漏报型故障使安全监控系统丧失其安全功能,不能阻止事故发生,属于"危险故障";误报是没有异常却误报警或误停车,虽不会导致事故发生却会造成经济损失,并给系统带来不信任感。防止漏报和误报主要是提高检知部分的可靠性,即选用有较高灵敏度又有较强抗干扰能力的高性能传感元件。还要改进系统设计,采用多传感元件系统。

在努力提高安全监控系统可靠性的同时,各国都在研究系统不可靠情况下如何确保安全的途径,日本的杉本旭等人提出了安全确认型安全监控系统。这一新系统的特点是只有确认危险区域没有人体或人体的一部分,即确认监控对象是"安全"的情况下设备才会运行;在没有确认"安全"之前,设备不能运转。它是将"运行命令"与"确认安全"两部分功能元件用逻辑与门相联结,只在"确认安全"与"运行命令"同时输入,才可输出到"运行"功能元件上,才能开动设备。

(三)安全经济学

anquan jingjixue

【安全经济学】 在安全经济学领域中,所谓经济是指物质资料的生产,以及相应的交换、分配、消费等各种经济活动。例如,安全生产的保障需要进行安全条件的基本建设、节约投入、合理配置经费、效益及损失评价等安全经济活动。

经济学 它是研究生产、消耗以及完成生产、消费、交换与分配的形式和条件的科学。经济学包括理论经济学和应用经济学两大范畴。安全经济学显然属于应用经济学领域。

安全经济学 安全经济学是研究安全的经济(利益、投资、效益)形式和条件,通过对人类安全活动的合理组织、控制和调整,达到人、技术、环境的最佳安全效益的科学。这一定义具有如下几点内涵:①安全经济学的研究对象是安全的经济形式和条件,即通过理论研究和分析,揭示和阐明安全利益、安全投资、安全效益的表达形式和实现条件;②安全经济学的目的是实现人、技术、环境三者的最佳安全效益;③安全经济学的目标是通过控制和调整人类的安全活动来实现的。

发展安全经济学的目的是与发展安全科学的目的相一致的。研究安全经济的分析理论和方法是安全经济学最基本的任务。安全经济学是研究和解决安全经济问题的,因而它首先是一门经济学(社会科学),但又不是一般意义上的经济学。安全经济学以安全工程技术活动为特定的应用领域,这决定了安全经济学又是与自然科学结合的产物。它是研究安全活动与经济活动关系规律的科学;它以经济科学理论为基础,以安全领域为阵地,为安全经济活动提供理论指导和实践依据。因此,安全经济学可以说是一门经济学与安全科学相交叉的综合性科学。

anquan jiazhi

【安全价值】 价值是指事物的用途或积极作用。价值与效益有密切的联系,从经济学的角度,效益是价值的实现,或价值的外在表现,"价"指物质生产中的商品交换和商业活动;"值"是相当的意思,是说人们在交换时要求双方所得相等,公平交易。从这一目的出发,经济学的应用领域提出了按价值原则进行生产活动的理论和方法,称为"价值工程(理论和方法)"。由此提出价值计算公式为:价值=功能/成本。在此价值反映了单位成本所实现的功能。

在进行安全经济活动中,需要进行安全价值的分析。根据一般价值的理论,安全价值就是安全功能与安全投人的比较。其表达式为:安全价值=安全功能/安全投入。这一式子表明:安全价值与安全功能成正比,与安全投入成反比。这种函数关系的建立,使得安全价值可以测定。

分析安全价值的关键在于了解安全功能。从宏观上讲一般安全的价值表现在:保护人类的安全和健康;避免和减轻财产的损失;保障技术功能的利用和发挥;维护企业信誉、提高产品质量和产量,提高劳动生产效率;维护社会经济持续、健康的发展,促进社会进步;避免因事故造成有关人员的心灵创伤、家庭痛苦;维护社会的稳定;保护环境和资源,使其免遭破坏和危害。从微观上讲安全的功能是指一项安全措施在某系统中所起的作用和所担负的职能。如传动带护栏的安全功能是阻隔人与传动带的接触,湿式作业的安全功能是除尘,安全教育的功能是增加职工的安全知识和增强安全意识等。

安全价值是安全经济学的重要研究对象,与安全经济学本身一样还处在探索阶段。研究安全价值工程是安全经济学的主要任务。安全价值工程是一种运用价值工程的理论和方法,依靠集体智慧和有组织的活动,通过对某措施进行安全功能分析,力图用最低安全寿命周期投资,实现必要的安全功能,从而提高安全价值的安全技术经济方法。

anquan jingji zhibiao

【安全经济指标】 安全经济系统是一复杂的系统,用统计的手段是认识安全经济系统的重要途径。

通过对事故伤亡、事故损失、安全投入及消耗等数量状况的统计,可以为研究和分析安全问题,为认识事故发生规律提供客观基础的数据,从而为安全活动(安全经济规划、组织、管理和控制等)的合理、科学决策提供可行的保证。

安全经济统计的基础要求确立或定义安全经济的指标。安全经济指标体系是由各种与安全因素相关的经济特征指标构成的,它必须是能够全面、科学地反映安全的任务、安全的状态、安全的效果等许多安全经济质量和数量特征的指标总和;它们应能对安全活动既有质的规定,又有量的规定,并且包含有反映安全活动与经济活动相结合的综合性指标。

建立安全经济指标体系应遵循如下原则:①安全经济指标必须符合客观性和科学性原则。②安全经济指标必须符合实用性和可操作性原则。③安全经济指标体系不仅应包容安全经济系统的宏观特征(反映地区、行业、部门以至全国的综合安全经济特性),又能反映安全经济的微观特性(企业、项目的安全经济特性)。④安全经济指标体系必须反映安全经济效益的特征。⑤安全经济指标体系应是社会、国家和企业经济指标体系中的一个组成部分。⑥安全经济指标体系的结构应从安全经济活动规律的要求出发,指标的性质应反映安全活动的目标、任务和要求。⑦安全经济指标应既适应计划,也适用于统计,即安全指标体系既包括计划指标体系,也包括统计指标体系。

安全经济的绝对指标 包括:①投入方面:主动投入的有安措费、劳保用品费、保健费、安全奖等;被动投入的有职业病诊治费、赔偿费、事故处理费、维修费等;②后果及效果方面:负效果有经济损失量、工日损失量、环境污染量、伤亡数等;正效果有生产增值、利税增值、损失减少量、污染减少量、伤亡减少量等。

安全经济的相对指标 安全经济的相对指标是相对于某种背景来考察安全经济绝对指标的特征量,往往更具实用可比性和客观性。在实际工作中常常用相对指标来分析和说明问题。安全经济的相对指标主要以如下背景来相对地考察问题:职工规模、产量、产值、利税等。安全效益常常用相对指标来反映。从时间相关特性来考察,安全经济指标还可分为静态指标和动态指标。特别是由于安全活动效果的滞后性、延时性等特征,往往需要用动态指标才能准确反映安全经济规律。

下面是在安全管理工作中经常用到的重要安全经济指标:

国民(生产)产值安措投资指数 指安措费投资占国民(生产)产值的比例:

国民(生产)产值安措投资指数 = 安措投资/国民(生产)总值

安措投资增长率 指后一时期安措投资的增量与前一时期安措投资量的比值:

$$\text{安措费增长率} = \frac{\text{后一时期安措费投资量} - \text{前一时期安措费投资量}}{\text{前一时期安措费投资量}} \times 100\%$$

人均安措费 指每一职工单位时间(通常是一年)的安措投资量。

人均安全成本 指每一职工单位时间(通常是一年)的人均安全成本。

专职人员人均安全投资 指安全专职人员单位时间(一年)的人均安全经济总规模,反映一个专职安技人员一年所能主持的安全经济总量,也是衡量安全专职人员工作饱满程度及工作效率的指标之一。

伤亡减少率 指通过安全投入使伤亡的水平下降的比例。从伤亡减少的方面反映安全投资的效果水平。

经济损失达标率 指通过安全投入使经济损失的水平符合有关规定的单位数的比例。

危险源(隐患)现存率 指通过安全投入后危险源(隐患)仍还存在的比例。它是反映系统安全状态的指标,用其负增量与安全投入比较,可以考察安全的投资效益状况。

损失直间比 它是一较为重要的安全经济学指标,指直接损失与间接损失的比值。对于不同类型的事故及伤害、不同行业或作业性质条件下发生的事故,其损失直间比是不一样的。由于事故损失测算的复杂性和困难性,特别是对间接损失的计算,使得先通过对损失直间比系数进行相对客观的估算,再相对精确地计算事故总损失,这种方法有很大的实用意义,成为测算事故总损失的可行方法之一。目前一般性的认识是:对于工业事故,损失直间比在 1:2 至 1:100 之间。

经济损失严重度 指平均一次事故或灾害造成的损失强度。它能反映某一类事故的损失严重度,经济损失严重度 = 事故总损失/事故总次数,[货币单位/次]。

工日损失严重度 指平均一次事故或灾害造成的工日损失强度。它能反映某一类事故的工日损失严重度,工日损失严重度 = 事故总损失工日数/事故总次数,[损失日/次]

经济损失重要度 指某一类事故损失所占的比例。反映某一类事故的损失重要程度,其计算式为:经济损失重要度 = 某类事故总损失/事故总损失 ×100%

工日(时)损失率 指单位时间内(一年)损失工日(时)占所投入总工日(时)的比例。反映劳动损失水平的指标,计算公式为:

$$\text{工日(时)损失率} = \frac{\text{全年损失工日(时)数}}{\text{职工人数} \times \text{有效劳动日数}(\times 8)} \times 1\,000$$

人均经济损失 指单位时间内（一年）每一职工平均事故损失量。反映每人单位时间所承担的损失，人均经济损失＝全年总损失/职工总人数，元/人年。

万元安措费保护职工人数 指单位时间万元安措费所能保护的职工人数，反映万元安措费的投资效益水平。万元安措费保护职工数＝全年职工人数/全年安措费总数，人/万元。

安全专职人员人均保护职工数 指单位时间平均每一安全专职人员所能保护的职工数，是安全人员效率的指标，安全专职人员人均保护职工数＝职工人数/安全专职人数。

安全专职人员人均安全生产率 指单位时间平均每一安全专职人员所能保护的经济生产总值，也称安全专职人员的间接劳动生产率，也是反映安全活劳动效率的指标。

百万产值损失率 指单位时间事故损失相对生产的价值的比例。反映创造百万元产值所付出的无益经济代价水平，百万产值损失率＝总损失数/总产值数×100，（元/百万元）。

百万产值伤亡率 指单位时间事故伤亡相对生产的价值的比例。反映创造百万元产值所付出的伤亡代价水平，百万产值伤亡率＝总伤亡数/总产值数×100，人/百万元。

单位产量损失率 指单位时间事故损失相对生产的产量的比例。反映创造一定量的产品（如钢铁、石油、矿石、煤炭、设备等）所付出的无益经济代价水平，单位产量损失率＝总损失数/总产量，万元/单位产量。

单位产量伤亡率 指单位时间事故伤亡相对生产产量的比例。反映创造一定量的产品（如钢铁、石油、矿石、煤炭、设备等）所付出的无益伤亡代价水平。单位产量伤亡率＝总伤亡数/总产量数，人/单位产量。

上面的安全经济指标，仅是基本而有意义的部分。一方面不同的指标组合还会产生新的指标；另一方面，在实际工作中对不同问题的论证或评价，将会要求一些更为综合或复杂的指标。因此，上述给出安全经济指标仅是基础性的指标，在实际工作中还可以根据特殊需要设计和定义客观的具体指标。

anquan touzi

【安全投资】 投资，是商品经济的产物，是以交换、增值取得一定经济效益为目的的。安全，很大程度上是为生产服务的，首先安全保护了人，而人是生产中最重要的生产力因素；其次，安全维护和保障了生产资料和生产的环境，使技术的生产功能得以充分发挥。因此，安全对经济的增长和经济的发展具有一定的作用，安全活动应被看成一种有创造价值意义的活动，一种能带来经济效益的活动。所以，把安全的经济投入也称作投资。

安全活动是以投入一定的人力、物力、财力为前提的。我们把投入安全活动的一切人力、物力和财力的总和称为安全投资，也称为安全资源。因此，在安全活动实践中，安全专职人员的配备、安全与卫生技术措施的投入、安全设施维护、保养及改造的投入、安全教育及培训的花费、个体劳动防护及保健费用、事故援救及预防、事故伤亡人员的救治费用等，都是安全投资。而事故导致的财产损失、劳动力的工作日损失、事故赔偿等，非目的性（提高安全活动效益的目的）的被动和无益的消耗，则不属于安全投资的范畴。

根据不同的目的和用途，可将安全投资进行有类别的划分。如按投资的作用划分：有预防性投资，包括安全措施费、防护用品费、保健费、安全奖金等超前预防性投入；控制性投资，包括事故营救、职业病诊治、设备（或设施）修复等。按投资的时序划分，有事前投资，指在事故发生前所进行的安全投入；事中投资，指事故发生中的安全消费，如事故或灾害抢险、伤亡营救等事故发生中的投入费用；事后投资，指事故发生后的处理、赔偿、治疗、修复等费用。按投资所形成的技术"产品"划分，有硬件投资、软件投资。按安全工作的专业类型划分，有安全技术投资、工业卫生技术投资、辅助设施投资、宣传教育投资（含奖励费用）、防护用品投资、职业病诊治费、保健投资、事故处理费用、修复投资等。

科学地进行安全投资的研究是提高社会或企业有限安全投入效益的重要方面。要研究不同时期、不同行业和不同安全生产水平企业的安全投资强度和结构问题，如研究国家或行业的安全投资指数；预防性投资与事故投资的结构，安措经费与个人防护品费用的比例结构，安全技术投资与工业卫生投资的比例结构等。

anquan cuoshi jingfei

【安全措施经费】 工业安全措施经费是保障安全生产的物质基础，通常工业安全卫生领域涉及的资金消费，主要有三方面：一是安全卫生（劳动保护）技术措施投入；二是个人劳动防护用品费用；三是工伤与职业病费用。其中作为事故预防性资金，即属于安全生产措施性的资金主要是前两项，这就是安全生产技术措施资金和个人劳动防护用品费用。

利用社会主义市场经济的"价值规律""利益原则""资源合理配置"的经济学思想，建立适应新体制下的安全生产措施费用保障新机制是很重要的。为此，遵循的原则应该是："提高国家总体安全生产措施费用效率的原则""谁受益谁整改，谁危害谁负担，谁需要谁投资的原则"。这就要求国家制定的安全生产资金政策要与我国经济发展水平及行业生产特点相结合，与国民生活水平和企业生产效益水平相适应；要求企业在进行安全卫生管理中，需要进行合理的投资评价和安全卫生专项资金的科学管理和监控；要求国家

或行业部门制定的安全生产的投资政策要符合“利益原则”,按价值规律进行安全投资活动;国家、地方、企业和个人具有承担安全卫生经济负担的责任和义务;在确定安全生产投资规模时要讲经济规律,使安全投资与企业生产和企业经济效益相联系;企业安全活动要按经济规律办事,在国家制定的适应市场经济的安全投资政策下进行安全生产经济活动。

在未来一定时期内,以及面向21世纪,工业企业应该从走内部挖潜和适当扩大投资规模相结合的路子,逐步转向强化安全卫生投资的良好循环。即:在近期内安全生产投资水平在保持现有的规模的基础上,适当加大投资力度,进而逐步使安全生产投资达到国民收入的1.5%左右(20世纪末中等发达国家水平),同时改进安全生产资金的管理方式,调整目前企业安全生产投资的结构。为了保障有效安全措施费用,需要统一认识,推行安全经济科学管理,落实投资政策,并采取具体的措施,如:推行二类以上危险行业生产投资项目论证报告中的“安全技术经济保证措施”专篇制度;坚持执行生产投资项目的“三同时”政策;推行企业安全设施、设备的专门折旧机制,折旧经费专款专用;个人劳动保护用品划归安全技术部门作为事故预防措施费用统一管理使用,企业的安全生产措施费用与个人劳动防护用品费用的投资比例结构逐步从2:1过渡到1:1;坚持更新改造费的安全技术措施费用提取办法和原则;利用工伤保险机制与事故预防相结合;在安全管理中,应该加强安全经济管理,应该制定相应的法规和落实相应的管理政策;推行安全会计制度;完善安全经济统计;进行安全卫生项目的经济可行性评价程序等。

shigu sunshi

【事故损失】 评价事故对社会经济和企业生产的影响,是分析安全效益、指导安全决策的重要基础性工作。为了能对事故做出科学、合理的评价,首先要解决事故经济损失的计算问题。

事故损失指意外事件造成的生命与健康的丧失、物质或财产的毁坏、时间的损失、环境的破坏。事故直接经济损失,指与事故当时的、直接相联系的、能用货币直接估价的损失。如事故导致的资源、设备、设施、材料、产品等物质或财产的损失。事故间接经济损失,指与事故间接相联系的、能用货币直接估价的损失。如事故导致的处理费用、赔偿费、罚款、劳动时间损失、停工或停产损失等事故非当时的间接经济损失。事故直接非经济损失,指与事故事件当时的、直接相联系的、不能用货币直接定价的损失。如事故导致的人的生命与健康、环境的毁坏等无直接价值(只能间接定价)的损失。事故间接非经济损失指与事故间接相联系的、不能用货币直接定价的损失。如事故导致的工效影响、声誉损失、政治安定影响等。

事故损失分类是研究事故损失规律的前提。按损失与事故事件的关系,事故损失分为直接损失和间接损失两类。按损失的经济特征,分为经济损失(或价值损失)和非经济损失(非价值损失)。前者指可直接用货币测算的损失,后者指不可直接用货币进行计量,只能通过间接的转换技术对其进行测算。按损失与事故的关系和经济的特征进行综合分类可分为直接经济损失、间接经济损失、直接非经济损失、间接非经济损失四种等。

事故损失的计算目前有如下一些方法:

1. 美国海因里希方法。W.H.海因里希在1926年,对工伤事故造成的事故损失费用问题进行了探讨。他把一起事故的损失划分为两类:由生产公司申请、保险公司支付的金额划为“直接损失”,把除此以外的财产损失和因停工使公司受到损失的部分作为“间接损失”,并对一些事故的损失情况进行了调查研究,得出直接损失与间接损失的比例为1:4。由此说明,事故发生而造成的间接损失比直接损失费用要大得多。

2. 美国西蒙兹计算法。美国的R.H.西蒙兹教授对海因里希的事故损失计算方法提出了种种不同的看法,他采取了从企业经济角度出发的观点来对事故损失进行判断。首先,他把“由保险公司支付的金额”定为直接损失,把“不由保险公司补偿的金额”定为间接损失。他的非保险费用与海因里希的间接费用虽然是出于同样的观点,但其构成要素不同。他还否定了海因里希的直接损失与间接损失比为1:4的结论,并代之以平均值法来计算事故总损失。即提出下述计算公式:事故总损失=由保险公司支付的费用(直接损失)+不由保险公司补偿的费用(间接损失)=保险损失$+A\times$停工伤害次数$+B\times$住院伤害次数$+C\times$急救医疗伤害次数$+D\times$无伤害事故次数。式中A、B、C、D表示各种不同伤害程度事故的非保险费用平均金额,是预先根据小规模试验研究(对某一时间的不同伤害程度的事故损失调查统计,求其均值)而获得的。西蒙兹没有给出具体的A、B、C、D数值,使用时可因不同的行业条件采用不同的取值。即应随企业或行业的变化,如平均工资、材料费用以及其他费用有的相应变化,A、B、C、D的数值也随之变化。

3. 我国国标的计算方法。根据事故损失管理的需要,以及结合我国实际情况,我国制定了《企业职工伤亡事故经济损失统计标准》(GB6721—1986)。该标准将伤亡事故的经济损失分为直接经济损失和间接经济损失两部分,即因事故造成人身伤亡的善后处理支出费用和毁坏财产的价值,是直接经济损失;而导致产值减少、资源破坏等受事故影响而造成的其他经济损失的价值是间接经济损失。其计算方法是:事故总损

失 L = 事故经济损失 + 事故非经济损失 = 事故直接经济损失 A + 事故间接经济损失 B + 事故直接非经济损失 C + 事故间接非经济损失 D。在计算绝对事故经济损失的基础上，可计算如下事故损失指标：

千人经济损失率 $R_M = (L/M) \times 1\,000‰$。式中 R_M 为千人经济损失率；L 为全年内总经济损失（万元）；M 为企业在册职工人数（人）。千人经济损失率将事故经济损失和企业的劳动力联系在一起，它表明全部职工中平均每一千名职工事故所造成的经济损失大小，反映了事故给企业全部职工经济利益带来的影响。

百万元产值经济损失率 $R_V = (L/V) \times 100\%$。式中：R_V 为百万元产值经济损失率（万元/百万元）；L 为全年总经济损失（万元）；V 企业全年总产值（万元）。

事故经济损失程度分级是：一般损失事故，经济损失小于1万元的事故；较大损失事故，经济损失大于1万元（含1万元）但小于10万元的事故；重大损失事故，经济损失大于10万（含10万元），小于100万元的事故；特大损失事故，经济损失大于100万元（含100万元）的事故。

除了上述的一般事故损失计算方法外，还有一些特殊专门性的事故损失计算问题，如职业病经济损失计算，火灾损失计算，交通事故损失计算，工效损失计算，生命与健康价值损失计算，环境损失计算等。

anquan xiaoyi

【安全效益】 所谓经济效益，是指“投入—产出”的关系，即“产出量”大于“投入量”所带来的效果或利益。随着生产技术的发展和事故及危害严重性的增长，安全对于生产经济的作用日益明显，安全经济效益的概念得到了普遍接受。

安全的经济效益是安全效益的重要组成部分。安全经济效益是指通过安全投资实现的安全条件，在生产和生活过程中保障技术、环境及人员的能力和功能，并提高其潜能，为社会经济发展所带来的利益。安全的经济效益从安全投资的物质结果方面，可分为直接经济效益和间接经济效益：直接经济效益，指企业等社会单元采取安全措施所获得的经济效益，主要表现为事故经济损失的降低；安全的间接经济效益，是指通过安全的投资，使技术的功能或生产能力得以保障和维护，从而使生产的总值达到应有量的增加部分。后一部分是安全经济效益的主要组成部分，也是较难考察的部分，安全经济学应对其评价提供科学的理论和方法。安全效益具有间接性、滞后性、长效性、多效性、潜在性、复杂性等特性。

间接性 安全效益的间接性表现在：安全不是直接为物质生产活动。安全的经济效益是通过减少事故造成的人员伤亡和财产的损失来体现其价值的。这种客观后果一方面使社会、企业或个人遭受的无益的浪费（损失）得以减轻，实现了间接增值的作用；另一方面，由于保护了生产的人和生产的技术或工具，间接地促进了生产的增值。因此说，安全的效益是从物质资料生产或非物质资料生产的过程中间接地产生。某些安全的费用不是直接投入物质生产资料的生产过程，而是投入安全保障过程。如消防、治安、保险、交通安检等社会生活领域的安全活动，其投资的直接目的不是为了物质的生产。但是，这种过程的结果，能间接地为社会达到经济节约的作用，以及促进经济生产的作用。用于实现安全条件的安全费用，不都是直接“转化”为使用价值。安全费用的一大部分是为了实现使用价值，如为了降低伤亡和损失的安全措施和手段。但诸如安全宣传和教育、劳动卫生保健与劳动保护福利、环境保护等方面的一部分投入，则是为了体现社会文明和进步，使人得到精神上、道德上的满足。因而这部分投入属于消费部分。这种消费投入在一定的条件下也可起到间接为促进生产发展的作用。但相对于直接“转化”为使用价值的安全投资来说，它的作用是间接的。

滞后性 滞后性也可称为迟效性。安全效益的迟效性可通过下面两方面来说明：安全的减损（伤亡和财产损失）作用，不是在安全措施运行之时就能体现出来，而是在事故发生之时才表现出其价值和作用。但是我们的安全投入活动不能等到事故发生之时才做，所谓“亡羊补牢”，而应是超前预防，防患于未然，因而必须承认安全效益的滞后性，按其滞后规律考虑问题和解决问题。安全投资的回收期较迟。在安全技术或措施的寿命期内不一定就能使其投入能得到效益上的补偿。安全的效益往往在安全条件消失之后还存在。虽然安全投资见效较迟，但其效益是很大的。据国外的研究表明，一般物力投资获得的效益为投资的3.5倍，而安全投资能获得的效益是其投入的6.7倍。

长效性 安全措施的作用和效果往往是长效的，不仅在措施的功能寿命期内有效，在措施失去“功能”之后其效果还会持续或间接发挥作用。如采取的核污染对策，其作用不仅是措施本身当时所产生的效能，而具有造福人类子孙的长久效益；安全教育措施的功效，不是当时当事的作用，如受安全教育者获得的知识、技能和意识，将会使受教育者受益一辈子。

多效性 安全的多效性是指安全的活动能通过多种形式促进社会和经济的发展，其表现在：安全保障了技术功能的正常发挥，使生产能得以顺利进行，从而直接促进生产和经济的发展；安全保护了生产者（人员），并使其健康和身心得以维护，从而提高人员的劳动生产率，达到使经济增长的作用；安全的措施使人员伤亡和财产的损失得以避免或减少，减“负”为“正”，直接起到为社会经济增值的作用；安全使人的心理及

生理需要获得满足，产生安定、幸福乃至舒适的效果，从而使人们更加热爱社会、工作和自己所从事的事业，调动了公民的劳动积极性，从而间接地促进了社会经济的发展。

潜在性 安全措施的经济效果更多地不是直接地从其本身的功能中表现出来，而是潜在于安全过程和目的的背后。安全的目的主要是指人的安全与健康，而人的生命与健康是很难直接用货币来衡量的，这样，从形式上来看，安全直接所体现的意义并不是经济的。但是，我们进一步深入、具体地分析和探讨之，就会发现：一是安全的实现需要经济的支持，安全实质上是人类经济发展的产物，特定的经济发展水平，决定了特定的安全水平；二是安全保护人的目的，与发展经济是为了发展人类的宗旨，其目标是一致的，在保护人的安全的同时，保护了人类的经济条件和资源。因此，安全的经济效益潜在于安全的过程和目的之中。

复杂性 安全的效益具有多样性和复杂性的特点，既有直接的，又有间接的；既有经济的，又有非经济的；既有能用价值直接测量的内容，又有不能直接用货币来衡量的方面。因而，决定了安全效益是类型多样、成分复杂的研究对象。正因为具有这种特性，使安全经济学的研究更具困难，因而也表明了更有价值和意义。

安全效益的实现过程分为两种形式：安全非经济效益的实现过程，安全的非经济效益指对人的安全与健康的保障、对社会安定、环境污染和危害控制的功能等。这样，对于安全的非经济效益的实现，则是通过安全技术的、管理的、教育的手段，把事故发生量、危害事件发生量减少，即能达到目的。社会长期以来对安全要求一直是建立在这种思路和认识的基础之上。由于安全的最根本目的就是为了人的生命安全与健康，因此这种对安全的认识及其实现过程的要求和指导，是自然与合理的。随着科学技术的发展和经济的日益增长，一方面是事故或灾害所提出的问题，不仅仅是人的生命与健康的问题，由此带来的更为严重的是经济损失对人类的影响，人类的科学技术在对人类自身的安全实现有了一定保障的基础上，所应考虑的是经济的发展和高效；另一方面是，当今的文化和经济的条件，一是使人对安全要求大为提高，二是安全的实现手段在当今的生产、生活方式下，其经济的消耗与过去相比，负担大大加重，因此，安全的成本向安全科学技术提出了挑战。基于这种背景，对安全的要求，只考虑其非经济效益的实现过程就显得极为不够了。

要实现安全效益的最优过程，应用安全经济学的理论和方法是非常必要和重要的。

用比值的概念，安全经济效益 E = 安全产出量 B/安全投入量 C；用“利润”的概念来表达安全的经济效益，从而得到下面“差值法”公式：安全经济效益 E = 安全产出量 B - 安全投入量 C。上面的两种形式都表明：①“安全产出”和“安全投入”两大经济要素具有相互联系、相互制约的关系。安全经济效益是这两大经济因素的相互联系和相互制约的产物，没有它们就谈不上什么安全经济效益，因此，评价安全经济效益，这两大经济要素缺一不可。②用“利益”的概念所表达的安全经济效益，表明了每一单位劳动消耗所获得的符合社会需要的安全成果；安全经济效益与安全的劳动消耗之积，便是安全的成果，而当这项成果的价值大于它的劳动消耗时，这个乘积便是某项安全活动的全部经济效益。这种结果和经济效益的概念是完全一致的。③安全经济效益的数值越大，表明安全活动的成果量越大。所以，安全经济效益是评价安全活动总体的重要指标。

提高安全效益是有两个途径：一是提高安全水平，二是节约安全投人。通过发展安全科学技术，努力提高安全生产、安全生活的水平，并使安全的消耗得到有效的降低和减少。为此，可从如下几方面入手：合理分配安全投人，如考虑合理的安全技术性（本质安全化）费用与防护费用（辅助性）的比例关系；安全硬技术投人与安全软管理投人的比例关系；主动预防性投人与被动防护性投人的比例关系等。在保证应有安全水平下降低安全活劳动消耗；降低安全生产的物化劳动消耗。

提高安全效益的工作领域有：重视安全的科学技术研究；提高安全技术实施的科学设计水平；严格安全技术的建造和运作程序；加强安全教育和管理等。

anquan zengzhi

【安全增值】 安全增值是指安全对经济生产的正贡献，这是“安全是生产力”作用的体现。安全的生产力功能通过三方面来实现：一是，职工的安全素质是生产力，即对于一个生产工人，提高其安全素质不仅是提高其防范事故的能力，重要的还在于其安全素质的提高能够提高其生产的工效，体现在工人生产操作过程中的安全高效，就能实现生产力作用；二是生产资料中包括安全设施、装置、设备等，生产资料是生产力，显然安全设施、设备等也随之与其完成生产力的作用；三是安全对于技术创造的安全环境，保证了生产技术功能的实现，因此，也从中间接体现生产力作用。

对安全的这一经济作用在定量方面探讨的还较少，其计算理论和方法还未有公认的结果。在此提出一种估算方法。这一方法是基于安全的技术功能保障与维护作用转价为增值作用的思想，对这种作用在全部经济生产因素中所占的比重进行考察，从而确定其贡献率，最终换算出绝对的“增值产出”。这种方法称为安全增值产出计算的“贡献率法”。即安全的增值产出计算公式为：安全增值产出 $B2$ = 安全的生产贡献

率×生产总值。可以看出，关键的技术问题是“安全的生产贡献率”的确定。确定安全生产贡献率时有如下思路：

1. 根据投资比重来确定其贡献率，称作“投资比重法”。如安全投资占生产投资的比重，或安措经费占更新改造费的比例，以其占用比重系数，作为安全增值的贡献率系数取值的依据。例如，生产投资对应有生产的产值，可根据安全投资占生产投资的比重，从生产产值中划出安全的增值产出。这种处理方法，使安全的增值产出计算较为简单、可操作性好。但存在计算出的结果较为粗略的缺点，并要求在安全投资是合理的前提下才能采用。

2. 采用对安措经费比例系数放大的方法来计算安全的贡献率。其思路是：更新改造作为扩大再生产和提高生产效率的手段，对生产的增长作用是可以进行测算的，可从更新改造活动的经济增长作用中根据安措费所占的比例划分出安全贡献的份额，作为安全的增值量。由于安全投资不只是安措投资，因此还需要考虑其他方面的投资，其计算则是在更新费占用比例的基础上，根据其他安全投资的规模或数量，用一放大系数对更新改造费确定的系数进行适当的放大修正，作为安全的总的贡献率。

3. 采用统计学的方法进行实际统计测算。即对事故的经济影响和安全促进经济发展的规律进行统计学的研究，在掌握其“正作用”和“副作用”本质特性的基础上，对其安全的增值“贡献率”做出确切的判断。这种方法必须建立在较为完善和全面的安全经济理论基础上，才可能进行。这是一种较为合理、科学的方法，但目前还未提出可操作的具体方法。

shigu peichang
【事故赔偿】 事故发生的必然结果是造成受害者的财产或生命与健康的损失。从社会整体的角度，采取事故赔偿做法是对事故责任者的一种惩罚措施，能起到预防事故的作用；对于受害者，事故赔偿措施是一种补偿，能够缓解事故造成的社会和经济矛盾。因此，事故赔偿是安全经济活动的重要内容。

事故赔偿的方式主要有：工伤事故伤残赔偿、职业病赔偿、事故财产损失赔偿等。目前世界范围内普遍通过保险手段来实施事故赔偿。

工伤保险是世界上产生最早的一项社会保险，也是世界各国立法较为普遍、发展最为完善的一项制度。这一制度遵循的主要原则是：

无责任补偿原则 即无论职业伤害责任属于雇主或者其他人或受害人自己，其受害者应得到必要的补偿，这种补偿不完全由雇主承担，而是应由国家的社会保险相应机构来承担。

风险分担、互助互济原则 首先要通过法律，强制征收保险费，建立工伤保险基金，采取互助互济的办法，分担风险。其次是在待遇分配上，国家责成社会保险机构对费用实行再分配。

个人不缴费原则 工伤保险费由企业或雇主缴纳，职工个人不缴纳任何费用。

区别因工和非因工原则 在制定工伤保险制度，赔偿时，应确定因工和非因工负伤的界限。

补偿与预防、康复相结合原则 工伤事故一旦发生，补偿是理所当然的，但工伤保险最重要的工作还包括预防和康复工作。

集中管理原则 工伤保险是社会保险的一部分，无论从基金的管理、事故的调查，还是医疗鉴定，由专门、统一的非赢利的机构管理是普遍的原则。

除上述原则外，还有一次性补偿与长期补偿相结合原则，确定不同等级原则，直接经济损失与间接经济损失相区别的原则等。

通过劳动能力及评残鉴定，以及损失测算，是进行事故合理赔偿的重要的基础工作。劳动能力鉴定要依据评残标准，运用医学科学技术的方法和手段，以及运用劳动政策来指导进行。其基本的原则是：维护职工合法权益的原则；服务于企业的原则；坚持客观、公正的原则。劳动鉴定工作要求做到及时、公正、准确、合理。

anguan jingji pingjia
【安全经济评价】 安全经济评价主要是指对于具体的安全投资活动或安全项目的安全经济效果评价。

1. 各类安全投资活动的经济评价

安全投资活动主要表现为五种类型：安全技术投资、工业卫生投资、辅助设施投资、宣传教育投资、防护用品投资。从安全“减损效益”和“增值效益”又可分为：①降低事故发生率和损失严重度，从而减少事故本身的直接损失和赔偿损失；②降低伤亡人数或频率，从而减少工日停产损失；③通过创造良好的工作条件，提高劳动生产率，从而增加产值与利税；④通过安全、舒适的劳动和生存环境，满足人们对安全的特殊需求，实现良好的社会环境和气氛，从而创造社会效益。不同的安全投资类型会有不同效益内容，具体的评价方法可参考安全效益评价技术。

2. 项目的安全效益评价

一项工程措施的安全效益可由下式计算：

$$E=\frac{\int \mathrm{h}\{[L_1(t)-L_0(t)]+I(t)\}e^{it}\mathrm{d}t}{\int h[C_0+C(t)]e^{it}\mathrm{d}t}$$

式中：E 为一项安全工程项目的安全效益；h 为安全系统的寿命期（年）；$L_1(t)$ 是安全措施实施后的事故损失函数；$L_0(t)$ 是安全措施实施前的事故损失函数；$I(t)$ 是安全措施实施后的生产增值函数；e^{it} 为连续贴现函数；t 是系统服务时间；i 为贴现率（期内利息率）；$C(t)$ 是安全工程项目的运行成本函数；C_0 是安全工程

设施的建造投资(成本)。

根据工业事故概率的波松分布特性,并认为在一般安全工程措施项目的寿命期内(10年左右的短时期内),事故损失 $L(t)$、安全运行成本 $C(t)$ 以及安全的增值效果 $I(t)$ 与时间均成线性关系,即有:$L(t)=\lambda tV_L$;$I(t)=ktV_I$;$C(t)=rtC_0$。式中 λ 为系统服务期内的事故发生率(次/年);V_L 为系统服务期内的一次事故的平均损失价值(万元);k 为系统服务期内的安全生产增值贡献率(%);V_I 是系统服务期内单位时间平均生产产值(万元/年);r 为系统服务期内的安全设施运行费相对于设施建造成本的年投资率(%)。通过对安全活动或项目的评价,可对提高安全活动的效果和效率起到重要的指导作用。

anquan jishu jingji fenxi

【安全技术经济分析】

1. 利益—成本分析

在安全技术经济决策中,利用"利益—成本"分析方法,最基本的工作是把安全措施方案的利益值计算出来,基本的思路是:(1)计算安全方案的效果:安全方案的效果 R = 事故损失期望 U × 事故概率 P。(2)计算安全方案的利益:安全方案的利益 $B=R_0-R_1$。(3)计算安全的效益:安全效益 $E=B/C$,C 是安全方案的投资。这样,安全方案的优选决策步骤是:①用有关危险分析技术,如 FTA 技术,计算系统原始状态下的事故发生概率 P_0。②用有关危险分析技术,分别计算出各种安全措施方案实施后的系统事故发生概率 $P_1(i)$,$i=1,2,3,\cdots$。③在事故损失期望 U 已知(通过调查统计、分析获得)的情况下,计算安全措施前的系统事故后果(状况):$R_0=U\times P_0$。④计算出各种安全措施方案实施后的系统事故效果:$R_1(i)=U\times P_1(i)$。⑤计算系统各种安全措施实施后的安全利益:$B(i)=R_0-R_1(i)$。⑥计算系统各种安全措施实施后的安全效益:$E(i)=B(i)/C(I)$。⑦根据 $E(i)$ 值进行方案优选:最优方案→$\mathrm{Max}(E_i)$。

2. 安全投资的风险决策

风险决策也称概率决策。这是一种在估算出措施利益的基础上,考虑到利益实现的可能性大小,进行利益期望值的预测,以此预测值作为决策的依据。具体技术步骤是:①计算出各方案的各种利益 B_{ij}(第 j 种方案的第 i 种利益)。②计算出各利益实现的概率(可能性大小)P_i。③计算各方案的利益(共有 m 种利益)期望 $E(B)_i$:

$$E(B)i=\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}P_iB_{ij}$$

④进行方案优选,即获得最优方案 $\mathrm{Max}[E(B)_i]$。

anquan jingji guanli

【安全经济管理】 为了安全生产社会需要投入大量的资金,为了高效地利用安全资金,需要研究安全经济管理问题。

安全资金的管理 安全费用是安全技术措施得以正常开展和实施的前提保证。它的根本意义,不是简单的货币形式,而是保护劳动者在生产过程中安全健康的措施在经济方面的表现。它符合广大职工的切身利益,与职工的身体健康、生命安全密切相关。安全经费应是单列专用款项,企业在编制生产的任务计划时,应将安全技术措施列入生产财务计划之内,同时进行编制。安全措施资金专款专用,受到《经济法》和有关安全法规的保护,任何组织或个人不得挪作他用。安全经费由安全部门掌握,其使用控制范围包括改善劳动条件,防止工伤事故,预防职业病和职业中毒为主要目的一切技术、管理、教育等方面。安全经费可分为:硬技术方面,包括:①安全技术的各类设备的防护装置、保险设施的更新改造费用;②工业卫生费用,即防止环境污染(粉尘、辐射、放射性等)所采取的一切措施;③辅助房屋及设施费用,如寒冷季节露天作业的取暖室、防火、防洪等设施。软技术方面,包括:①安全管理方面,如为防止人为失误,提高操作者在操作上的准确度,在行为控制上的一些法规编制、信息警告、安全管理等措施的花费;②安全奖励;③宣传与教育等。

安全设备、设施折旧 为保证安全经费的正常运转,需要对安全措施投资进行折旧回收。从经济管理的观点出发,采用折旧方法应符合下列要求:①尽快回收投资;②方法不能太复杂;③保证账面价值在任何时候都不能大于实际价值;④为国家税法所允许。常用的折旧方法很多,这里简单介绍三种。直线折旧法(SL法),其计算公式是:$\mathrm{d}A=(P-S_V)/n$;年数合计法(SYD法),其年折旧费的计算公式是:$\mathrm{d}Ai=(P-S_V)[2(n-i+1)/n(n+1)]$,$i=1,2,\cdots n$;双倍余数法(DRDB法),计算公式为:$\mathrm{d}Ai=2(P_i-dAi-1)/n$,$i=1,2,\cdots n$。上述三式中:$P$ 为设备或设施的原值;n 是设备或设施的服务年限;S_V 为设备或设施的残值:P_i 是设备或设施第 i 年的账面价值。

企业安全经济管理 运用经济手段管理安全,主要是利用价值规律、商品经济的手段,采用经济杠杆来管理安全。安全经济学以及管理科学的性质和任务,决定了安全经济管理具有综合性、整体性、群众性的特点。由安全经济管理的任务和特点不难分析出,安全经济管理大致分为以下四类:法律管理、财务管理、行政管理、全员管理。安全经济的财务管理是指对安措费、劳动保险费、防尘防毒、防暑、防寒、个体防护费、劳保医疗和保健费、承包抵押金、安全奖罚金等经费的筹集、管理和使用。对安全活动所涉及的经费,按有关财务政策和制度进行管理,是安全经济管理必不可少的方面。特别是把安全的经济消耗如何纳入生产的成本

之中,是安全经济财务管理应以探讨的问题。安全经济的专业管理是指根据安全的专业特征,采用必要的行政手段进行安全的经济管理。安全经济管理除了立法保证、财务管理的方面外,还必须通过从国家到地方、从行业到企业各阶层的安全经济的行政业务进行协调、合作,从而得以补充和完善。在满足安全专业的业务要求的前提下,通过行政手段的补充,使安全经济的法律管理、财务管理的作用得以充分发挥,促成最终安全经济管理目的圆满实现。行政管理机构是各级安全管理的职能部门。完成安全经济的专业投向和强度的规划是安全经济专业管理的目的。安全经济的全员管理是由于安全经济管理有群众性这一特点,而且安全活动是全员参与的活动,只有企业全体职工共同努力和参与,安全生产的保障才能得以实现。因此,安全经济作为一种物质条件,需要充分地提供给安全活动参与的每一个人,使安全经济的物质条件作用得以充分发挥,因而安全经济的管理需要全员的参与。安全经济全员管理的目的是:使职工群众能利用经济的手段,充分发挥主观能动性、积极性和创造性;使职工建立安全经济的观念,有效地进行安全生产活动;使全员都能参与安全经济的管理和监督,保障安全经济资源的合理利用。除上述内容外,企业安全经济管理还有安全经济奖罚、安全经济承包合同制度、安全抵押金制度、安全措施的"三同时"管理、安全经济监察管理等问题。

(四)安全人机工程学

renji gongchengxue

【人机工程学】 又称人类工效学,是一门以心理学、生理学、解剖学、人体测量学等学科为基础的,研究如何使人—机—环境系统的设计符合人的身心特点,以实现人、机、环境之间的最佳匹配,使处于不同条件下的人能高效、安全、健康和舒适地进行工作和生活的科学。

人机工程学作为一门新兴的边缘科学,起源于欧洲,形成于美国。英国是欧洲研究人机工程学最早的国家,于1950年成立了英国人机工程研究学会,并出版发行著名会刊《*Ergonomics*》。美国是人机工程学研究最发达的国家,于1957年成立了美国人机工程学协会,是目前出版人机工程学书刊最多的国家。国家人机工程学协会于1960年正式成立。

在我国,人机工程学学科具有起步晚、发展快的特点。和国际上一样,由于参与人机工程学工作的人员学科背景不同,对人机工程学学科也冠以不同的名称。在理论学界多称为人类工效学,在工程技术界和产业部门主要称为人机工程学。20世纪80年代,随着我国现代工业和高科技事业的发展,技术设计与人的身心特点匹配程度同人—技术系统的安全、效率和社会效益之间的重要关系日益受到重视。1980年5月,我国成立了全国人类工效学标准化技术委员会,主要规划和制定我国民用方面的人机工程学标准。1984年,国防科工委成立了军用人—机—环境系统工程标准化技术委员会,规划和制订军用人机工程学标准。1987年7月,全国人类工效学学会宣告成立,并出版了会刊《人类工效学》,使我国人机工程学进入一个新的发展时期。

人机工程学的研究对象是人—机—环境三大要素互相联系组成的系统(综合体),而人与机器的关系是其中的中心环节。人机工程学的主要任务是对这一综合体建立一个合理、优化的匹配方案,以便有效地发挥人的作用,并为操作者提供安全、舒适的环境,从而达到提高工作效率的目的。

anquan renji gongchengxue

【安全人机工程学】 是安全科学的一门分支学科。它运用人机工程学的理论、观点和方法来研究解决生产中人机系统的安全问题,立足于对人在劳动过程中的保护。

安全人机工程学最早是由日本学者在1974年提出的,并出版发行了《安全人间工学》专业期刊。我国十分重视这门学科的发展与应用,于1984年在浙江省劳动保护科学研究所专门建立了安全人机工程研究室。安全人机工程学把人作为系统的主体和服务对象,要求把人的安全问题放在首要的地位加以考虑。强调优选的系统必须安全可靠,无害于人的健康。认为在相当多的设施设计中,满足人对舒适的要求是比较重要的。因为舒适与安全、健康一样,既是人的福利要求,也是人的基本权利。安全人机工程学的主要任务是通过建立合理而可行的人机系统,为劳动者创造安全、舒适的劳动环境和工作条件。

安全人机工程学研究的范围和内容主要有以下几个方面:①研究人的生理特征和心理特征,为工作设计和安全工程技术设计提供人机学参数。②研究人机功能合理分工,使人与机器能够发挥各自优势,安全地完成往往不能独立完成的工作任务。③研究人机界面的优化,使显示器的设计布置与人的感官特性、控制器的设计布置与人的反应器官特性、操作系统及技术资料与人的认知特性等相匹配。④研究最佳或合理的作业方法、作业负荷、作业空间和作业环境,减轻劳动者的体力负荷和心理负荷,消除对人体骨骼、肌肉系统和其他各种系统的伤害可能性。⑤安全心理与事故预防研究,包括人的不安全行为分析,岗位工作特性对上岗人

员的身心素质要求,人的可靠性评价,制定预防人为失误促成事故的措施。

安全人机工程学是一门综合性的边缘学科,既有人体科学与工程技术的交叉,又有社会科学与自然科学的交叉。主要涉及的知识学科有:系统工程学、安全工程学、安全管理学、安全心理学、劳动生理学、人体测量学、预防医学、组织行为学、环境保护学、社会学、色彩学、信息学等等。

renji guanxi

【人机关系】 广义指人在劳动中与劳动工具和劳动对象发生的相互作用和相互联系,反映人机系统中机器、作业环境、生产任务各个子系统对人的要求和人对机器、环境、生产任务各个子系统设计的要求,最终产生一个人机关系优化匹配的综合体。

影响人机关系的因素是多方面的。但主要取决于科学技术的进步,劳动条件、形式和内容的变化。如在手动作业为主的简单人机系统中,生产动力来自人的体力,其人机关系要求劳动工具得心应手,操作者有较好的体力和较高的手工技能。在机械化劳动的人机系统中,生产能源既有人的体力,又有外部动力,其人机关系要求人机共动,密切合作,共同完成劳动任务。在自动化程度较高的庞大、复杂的人机系统中,人不再直接使用劳动工具,也不再直接观察和控制劳动对象。人所做的仅是操纵控制按钮,从显示器上间接了解自己的行动效果。工作单调乏味,但系统一旦出现故障,人必须从有限的、间接的、抽象的线索和信息中,迅速判断与决策,进行应急处理,从而产生很大的心理压力。由此,从手工劳动到自动化生产所产生的人机关系的巨大变化可以概括为:①体力消耗减轻,心理负担加重;②人远离机器,管理方式间接;③信息时空密集化,职业紧张度大大增加;④系统越来越复杂,对人的技术水平和心理素质要求越来越高;⑤小的失误就可能产生严重的后果。

研究人机关系的目的,是要解决生产系统中的人机相容性问题。在以人为主体,机械为劳动工具的人机关系中,主要体现在"机宜人""人适机"的关系上。

"机宜人"首先要树立人在人机系统中的主体地位,当人类不断创造出各种各样机械来代替人的劳动时,现代化的机械化趋向高速化、精密化和复杂化,对人的要求很高。而人的身材尺寸、姿势动作、作业范围、施力大小及信息处理能力等生理、心理特性却变化不大。因此,机械设备的设计必须考虑和尽量满足人的生理、心理特征,并尽量使设计的作业条件和作业环境对人无害而且安全舒适,使人能最大限度地发挥其功能。绝不能只顾提高机械设备的生产效率,把人当作机械的奴隶和依附品。但是,机械的功能、结构和作业环境的设计受到众多因素的制约,如经济条件、技术水平和国家的有关政策等。因此,不能不顾实际条件许可,要求机械设备完全满足人的所有特性要求。此时,需要通过对作业者的职业适应性选拔和作业知识与技能的培训,使作业者能够达到机器设备对人提出的素质要求,具备胜任岗位工作的能力。

总之,"机宜人"与"人适机"的关系是相辅相成、互相影响、互相制约、互相促进的协调关系。"机宜人"是主要的立足点,但是有条件限制,只能满足人的某些主要特性要求。而人由于存在生理极限和心理意识极限,人适机也是受条件制约的,只有随着科学技术的高度发展,才能使人机关系日趋完善。

renji gongneng fenpei

【人机功能分配】 指根据人和机器各自的长处和局限性,把人机系统中任务分解,合理分配给人和机器去承担,使人与机器能够取长补短,相互匹配和协调,使系统安全、经济、高效地完成人和机器往往不能单独完成的工作任务。

人和机器的特征机能比较

比较的内容	人的特征	机器的特征
感受能力	人可识别物体的大小、形状、位置和颜色等特征,并对不同声音和某些化学物质也有一定的分辨能力	接收超声、辐射、微波、电磁波、磁场等信号,超过人的感受能力
控制能力	可进行各种控制,且在自由度、调节和联系能力等方面优于机器。同时,其动力设备和效应运动完全合为一体,能"独立自主"	操纵力、速度、精密度、操作数量等方面都超过人的能力。但不能"独立自主",而必须外加动力源才能发挥作用
工作能力	可依次完成多种功能作业,但不能进行高速运算,不能同时完成多种操纵和在恶劣环境条件下作业	能在恶劣环境条件下工作,可进行高速运算和同时完成多种操纵控制,单调、重复的工作也不降低效率
信息处理	人的信息传递率一般为6比/秒左右,接受信息的速度约每秒20个,短时内能同时记住信息约10个,每次只能处理一个信息	能储存大量信息和迅速取出信息,能长期储存,也能一次废除,信息传递能力、记忆速度和保持能力都比人高得多
可靠性	就人脑而言,可靠性和自动结合能力都远远超过机器。但工作过程中,人的技术高低、生理及心理状况等对可靠性都有影响。可处理意外的紧急事态	经可靠性设计后,其可靠性程度高,且质量保持不变。但自身的检查、维修能力非常薄弱,不能处理意外的紧急事态
耐久性	容易产生疲劳,不能长时间的连续工作,且受年龄、性别与健康情况等因素的影响	耐久性高,能长期连续工作,并大大超过人的能力

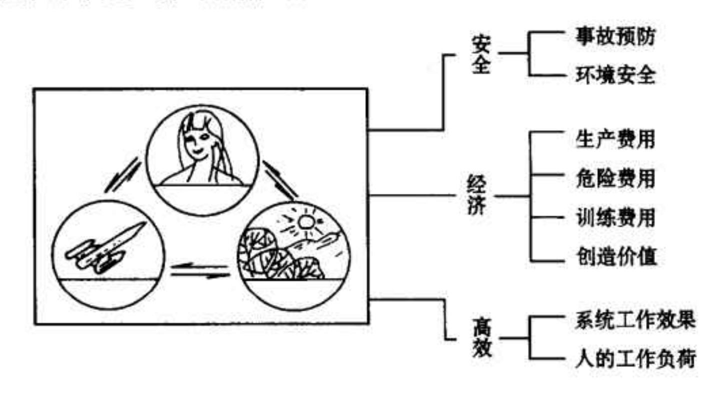
人机功能分配，应全面考虑下列因素：①人和机器的性能、特点、负荷能力、潜在能力以及各种限度；②人适应机器所需的选拔条件和培训时间；③人的个体差异和群体差异；④人和机器对突发事件应激反应能力的差异和对比；⑤用机器代替人的效果，以及可行性、可靠性、经济性等方面的对比分析。上表列出了人与机器在感受能力、控制能力、工作效能、信息处理、作业可靠性和工作持久性等方面的特征比较。

从特征比较可以看出，人机功能分配的一般规律是：凡是快速的、精密的、笨重的、有危险的、单调重复的、长期连续不停的、复杂的、高速运算的、流体的、环境恶劣的工作，适于由机器承担；凡是对机器系统工作程序的指令安排与程序设计、系统运行的监督控制、机器设备的维修与保养、情况多变的非简单重复工作和意外事件的应激处理等，则分配给人去承担较为合适。

renji xitong fenxi

【人机系统分析】 指运用“安全”“高效”“经济”的综合效能准则，对人、机、环境三大要素构成的一个相互作用、相互依存的系统进行最优化组合的总体分析。

人机系统分析的内容如下图所示。



人机系统分析图

安全性分析应放在系统分析的首位。人是人机系统中的工作主体，是最活跃的因素，能根据不同任务的要求完成各种作业。然而，人在系统中也是最脆弱的，极易受到系统中机器设备和恶劣环境因素的伤害。人的工作能力会受到生理极限和意识界限的限制。因此，必须分析系统中是否存在危及人身安全与健康的潜在危险因素，分析先进的机器对人的操纵要求是否过高，超出人的能力范围，容易导致操纵失误，引起系统失灵或发生重大事故。从总体上保证系统的安全性。

高效性分析是为了实现系统最大的使用价值。建立一个人机系统不是单纯为了安全，更重要的是保证整个系统能高效率地进行工作。人机学理论认为，系统的工作效率是系统工作效果和人的工作负荷的函数，即工作效率 = 工作效果 × 工作负荷。所谓工作效果主要指系统运行时实际达到的速度、精度和运行可靠性。所谓工作负荷是指人完成任务所承受的工作负担或工作压力，以及人付出的注意力或努力程度。因此，系统工作效率的分析就是分析系统的人机功能分配、人机界面设计、人员选拔和培训、机器设备的可操作性、环境条件的适宜性等是否达到最佳组合和协调。

经济性分析就是要求在满足系统技术要求的前提下，尽可能花最少的钱，创造最佳的经济效益。建立任何一个系统，都不能单纯地追求采用最先进的技术和最先进的设备，必须正确处理整体与局部的关系，使预测能达到的建立系统的效能/费用保证能大于1，并且越大越好。机器设计要采用标准化和模式化，使系统故障诊断、调试、设备维修、元器件更换的维修费用与生产费用相比尽可能小。系统越复杂，设备越先进，对操作人员的技能培训要求越高，培训费用越大但在适当的训练费用支出，能更好地发挥人机系统的工作效能，节约培训费用时，应注意整体效果。经济性分析是两方面的，除了节约生产费用、维修费用、培训费用之外，还应重视分析系统创造的经济效益。系统只有在投入运行后创造出预定的或比预定目标更高的经济效益与社会效益，才能使建立的系统真正造福于人类。

renji xitong pingjia

【人机系统评价】 指对人机系统的系统价值或有效度的综合评价。评价人机系统的指标很多（如下表所示）。这些指标之间，有些是正相关的，有些是负相关的。因而，不可能设计出满足所有评价指标的系统，应视人机系统要完成某项任务的预定目的，对评价指标的主次地位做出权衡，确定评价基准。但在评价系统价值或有效度时，不能缺少以下几个方面：

典型的系统评价指标项目

重要性	可控制性	可移动性	冗余度	简单性
适合性	辨别性	操作性	可靠性	稳定性
有效性	灵活性	可携带性	可检修性	适配性
能力	互换性	实用性	可逆性	支持性
兼容性	清晰度	可达性	安全性	可训练性
复杂性	可维修性	可读性	相似性	可运输性

1. 系统有效度(SE)或系统性能有效度(SPE),即系统在规定条件下运行时,在确定时间内可完成预定要求功能的概率。

2. 人员系统有效度(PSE),指系统中人的相对能力水平可完成系统分配给人完成的预定功能的概率。

3. 系统安全有效度(SSE),指整个系统能在最适宜条件下,最大限度地排除系统构成要素或构成要素之间的缺陷而造成的灾害隐患的概率。

4. 费用有效度(CE),指实现为决策者评价系统建设和运转的经济效益而预定的尺度的概率。

renji jiemian

【人机界面】 指人机系统中人机间信息传递、控制系统的结合部位。人机界面是人机工程设计的主要内容,其任务是保证人机相互作用的信息传递方式和控制系统符合人的生理、心理特征,使人机信息交换和处理能够满足迅速、准确、安全、可靠的要求。

人机界面包括两大类,即物理界面和认知界面。物理界面主要包括显示器和控制器。认知界面主要针对计算机软件。

人机界面设计应考虑以下几点:

1. 选择合理的信息传递方式。人机间充分的信息传递是人机系统正常运转的前提。信息传递可以通过人的视觉、听觉、触觉、味觉、平衡觉等不同的感觉器官进行,具体选择哪种传递方式主要取决于信息的特点、人的作业活动情况、工作环境及感觉器官本身的特点。一般来说,人眼可以同时接受很多种信息,例如可以感知到物体的大小、形状、颜色以及仪表盘上的数字等。但是,眼睛不能在同一时刻接受四面八方的信息。因而,当传递复杂、抽象或多样化的信息、在噪声较大的作业环境中传递信息以及在操作人员工作地点固定不动等情况下,宜选择视觉显示。视觉显示是生产过程中最重要的信息传递方式。人从外界获得的信息的80%是通过视觉得到的。人的听觉比视觉要敏锐,分辨率高,但信息接收量极为有限。当传递的信息简单、紧急,操作人员的工作要求四处走动,工作环境灯光昏暗、粉尘飞扬、工作场地杂乱等,宜采用听觉显示。

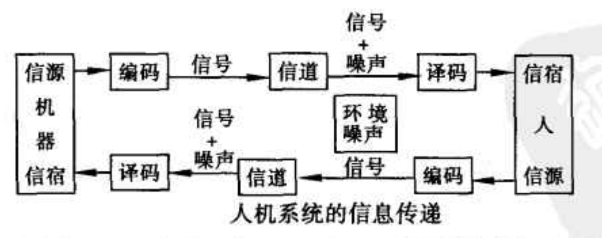
2. 选择合理的信息控制系统。人得到信息后,需要靠人的控制系统(如手、脚等),通过机器的各种控制装置(如按钮、曲柄、拉杆、踏板等)来控制机器的运转状态。因此,信息从人反馈于机器的界面设计,主要就是要求控制装置的位置和控制力能满足人体的舒适可及范围和人体生物力学规律的要求,使操作者安全、舒适、方便、高效地操作。

3. 选择合理的人—计算机信息交换的认知界面。计算机操作系统、应用软件和文件资料的开发应与人的认知系统相适应,具有易学、易用、灵活、可靠和便于维护的特点。终端显示器、计算机输入装置、VDT工作用桌椅的设计应使操作人员感到舒适,减小视力疲劳和颈、背、腰、腕骨骼肌的功能酸麻及全身的不适症状。

过去,人们常常把种种人机界面设计不佳而造成的意外事故,千篇一律地归罪于操作人员的粗心大意、警觉性不高。事实上,人机界面设计不合理,容易导致信息传递受阻。此时,即使机器设备再精良,操作规程再精细,也无法达到安全生产的预期效果。

renji xitong xinxi chuandi

【人机系统信息传递】 任何一个要完成一定功能的人机系统中都存在着信息的产生、接收、传递、加工、输出的传递过程。人机系统典型的信息传递模式如下图所示。



人机系统的信息传递

上图表明,人机系统的信息传递是双向的。当机器进入某一种状态,就会发出一个状态信息,按某种编码规则,以某种符号或信号的载体形式进行传递,经过一定的途径,传到人的感觉器官。人的感觉器官接收到信息以后,按译码规则将其还原成机器状态信息,从而完成了机器状态信息的传递过程。人对信息的加工处理经历了感知觉加工、认知决策加工和运动加工三个阶段。通过感觉器官获得系统状态的各种信息暂时储存在记忆缓冲器中,对输入信息进行编码后输向下一加工环节。认知系统接收从感知系统传入的经过编码的信息,一方面存入工作记忆中,同时,从长期记忆中提取以前存入的有关信息、知识和加工规律,进行综

合分析后，做出如何反应的决策，并将决策信息输出到运动系统。运动系统接收认知系统输出的指令信息将它付诸实施，以人的肢体肌肉活动或言语等为载体，输出经过编码的指令信息，经过装置将信号送到机器。机器接收到信号，经译码还原成调节运行状态的信息并加以执行，从而完成了人的指令信息的传递过程。系统也将进入一个新的运行状态。

随着自动化技术的发展，人机系统信息传递已引入了中介机器对信息进行预加工，或改变载体能量的频谱级别，即采用了间接传递方式，以延伸人的感觉能力，增大信息传递的距离和效率。在整个信息传递过程中，环境因素、机器设备的完好状态以及人的警觉水平、情绪状态都可能影响信息的顺利传送，严重时甚至会造成信息传递的中断。

由于人的进化是长期的，人的感知系统、认知系统和运动系统的特点比较固定，不是随意可更改的。因此，设计人机系统信息传递必须优先考虑人的以下因素的束缚与限制。

1. 人是通过自己的感觉器官获得各种信息的。人的感官是一些性能有一定局限性的信息接收器。首先，它们的工作频带不宽，每一种感受器官通常只能对一种能量形式的刺激信号特别敏感。若信号超出其工作频带就不能被接收。其次，感官对信息载体的能量要求也有一定限制。刺激能量小于某种感官绝对感觉阈值下限，人就不能感觉到这个信号的存在。若超过绝对感觉阈值的上限，又会给感官造成不可逆转的机体损伤。为了保证信息的有效传递，机器信源发出的信号能量应尽可能远离绝对感觉阈值的上限和下限。同时，还必须满足人的差别感觉阈值的要求。

2. 人的中枢神经在信号加工时，如果感知记忆的内容很复杂，或是字符数字性质（例如一个字母矩阵），刺激持续时间又很短，由于感知记忆会很快消失，工作记忆又不能把感知记忆的内容在其消退之前的一瞬间全部纳入记忆储存器，工作记忆就只能贮存部分刺激信息。认知加工器也就只能选择部分信息进行编码和转入工作记忆。而工作记忆中的信息要有效地进入长期记忆，必须首先从长期记忆中提取一些与之有关的内容，使之与新信息发生联系。但把长期记忆中的内容提取到工作记忆，既要耗费一定的时间，又要占据一定的工作记忆容量，这就限制了信息输入的速度。如输入速度过快会影响记忆的效果。

3. 加工输出任何一个动作都不是一下子完成的，而是由一系列不连续的微动作组成的。需要快速执行的活动，必须先在系统内编好程序化的指令集，然后才爆发式地一下子完成。

kongzhiqi

【控制器】 指用以将控制信息传递给机器，使之执行控制功能的装置，人也通过触觉和本体感觉从控制器那里接收到完成作业所需要的反馈信息，是人机系统中人机界面的重要组成部分。

控制器种类很多，可按一定的特点进行分类。根据操纵控制器所用的身体器官，控制器可分为手控制器、足控制器和言语控制器。手操作控制器的准确度高，速度快，运动方式多，可完成推、拉、旋转、按压等各种动作。手的各个部位（如手指、掌、腕、臂）还可以做出不同协调运动来满足不同的操作要求。足操作控制器时只能采用推、踩等较少的运动方式。人站着时，只能用一只脚操作，且准确性很低。但脚操作可施加较大的力。一般只有当手处于高负荷状态时，才考虑采用足控制器。根据传递信息的特点，控制器可分为离散型控制器和连续调节控制器。离散型控制器只能用来调节有限的、确定的几种状态，状态变化是跃变式的。连续调节控制器可用来调节一个连续体上的任何值，状态变化是平滑的、渐进式的。根据运动方式，控制器可分为平移式控制器和转动式控制器。从运动几何学角度，控制器还可以有一维控制器和多维控制器的区别。

为了使操作者能安全、有效地使用控制器，控制器应按以下原则设计：①控制器的形状、大小和表面应设计得有利于操作者舒适、稳固地抓握；②控制器应有足够的阻力以避免由于碰撞而意外地被驱动；③控制器应具有兼容的运动关系，控制运动应尽可能简单、容易，移动距离应尽可能短，但不能影响操作的正确性和位移感；④控制器的操作应向操作者提供操作结果的反馈信息；⑤应选用合适的控制器编码，有利于控制器的辨认和对其功能的译码；⑥对用于连续控制运动的控制器，应具有适宜的控制—显示比。

kongzhi gongneng

【控制功能】 控制器起着执行信息的功能。按控制过程的特点，控制功能可以分成以下几种：

1. 开关控制功能。即通过简单的开或关来实现启动或停止的操纵控制，适用于开关功能的控制器有按钮、踏板、手柄、摇柄等。

2. 转换控制功能。即实现把系统从一个工作状态转到另一个工作状态的操纵控制。常见的控制器有手柄、选择开关、选择旋钮、操纵盘等。

3. 调整控制功能。即使系统的工作参数稳定地增加或减少。常见的控制器有手柄、按钮、操纵盘和旋钮等。

4. 紧急停车控制功能。即要求启动十分灵敏，达到"一触即发"，在最短的时间内产生中断系统运行的效果。这类控制器的形式与开关控制器基本相同，但不宜与开关控制器布置在一起，以避免紧急操纵时发生混乱。

按功能分类的方式，即使对控制器结构不了解的

人,也能根据功能和操作要求选择合意的控制器。表1至表3列出了各种类型控制器的使用功能和工作条件,供选择参考。

表1　各种控制器的使用功能

控制器名称	使用功能				
	启动	不连续调节	定量调节	连续控制	输入数据
按钮	○				
钮子开关	○	○			
旋钮选择开关		○			
旋钮		○	○	○	
踏钮	○				
踏板			○	○	
曲柄			○	○	
手轮			○	○	
操纵杆			○	○	
键盘					○

表2　各种控制器的使用情况比较

使用情况＼控制器	按钮	旋钮	踏钮	旋转选择开关	钮子开关	手摇把	操纵杆	手轮	踏板
需要的空间	小	小-中	较小	中	小	中-大	中-大	大	大
编码	好	好	差	好	较好	较好	好	较好	差
视觉辨别位置	可	好	差	好	较好	较好	好	较好	差
触觉辨别位置	差	可	可	好	好	可	较好	较好	较好
一排类似控制器的检查	差	好	差	好	好	差	好	差	差
一排控制器的操纵	好	差	差	差	好	差	好	差	差
合并控制	好	好	差	较好	好	差	好	好	差

表3　用于各种不同工作情况的控制器建议

工作情况		建议使用的控制器
较小操纵力情况	2个分开的装置	按钮、踏钮、扳动开关、摇动开关
	4个分开的装置	按钮、扳动开关、旋钮选择开关
	4~24个分开的装置	同心成层旋钮、键盘、扳动开关、旋转选择开关
	25个以上分开的装置	键盘
	小区域的连续装置	旋钮
	较大区域的连续装置	曲柄
较大操纵力情况	2个分开的装置	扳手、杠杆、大按钮、踏钮
	3~24个分开的装置	扳手、杠杆
	小区域的连续装置	手轮、踏板、杠杆
	大区域的连续装置	大曲柄

renti liliang

【人体力量】 指在人机系统中,劳动者为了完成一定的操作活动,用手、足或身体某其他部位向对象物所施加的力量。人体力量在人体活动中起着十分重要的作用。

人体力量可以根据肌肉产生位移的情况分成两大类:静态力量和动态力量。静态力量是指肌肉积极收缩但其位移不发生变化时的力量,是人体保持特定姿势或位置所必需的。动态力量是指肌肉长度发生变

化、位移不为零时的力量，动态收缩是人体实现各类活动的主要收缩形式。在大多数情况下，人体力量不会以单纯的静态力量或动态力量出现，两者往往有机协调、结合在一起出现，以便能以合理的姿势、最佳的效率实现人体动作。

人体力量根据施力部位可分为手部力量、腿部力量、背部力量和颈部力量等。由于人的操作活动大多由手、手腕和手臂完成，相对而言，手部力量在所有各类力量中起着更重要的作用。

影响人体力量的因素很多，如施力的方式、姿势、方向、速度、持续时间以及训练程度等。在工作设计时，要充分考虑人体力量的适应性问题，应把操作力量要求低于人体力量极限作为人机系统设计必须遵循的原则，并注意改进操作方式，提高效率，减轻疲劳。

xianshiqi

【显示器】 指信息交往过程中利用人的感觉通道向人传递系统信息的装置，是人机系统中人机界面的重要组成部分。常见的显示器有各种仪表和监视器、安全标志、广告牌、交通信号灯、蜂鸣器、汽笛和号角等，主要任务是显示指令和提示信息，如显示系统状态，显示系统运行情况和中间结果等反馈信息，显示系统处于紧急状态和面临危险时的警报信号等。

显示器的形式很多，按与其对应的感觉通道特点可分为视觉显示器、听觉显示器、触觉显示器和嗅觉显示器；按其显示信息的精度要求可分为定量显示器和定性显示器；按其显示信息的时间特性可分为动态显示器和静态显示器；按其功用可分为读数显示器、核查显示器、告警显示器、追踪显示器和调节显示器；按其显示器结构特性可分为机电仪表显示器、电光显示器和灯光显示器等。

为了正确无误地提供信息，显示器必须满足以下要求：①醒目，使接收者能从背景干扰中认出对象；②清晰，不同信息不产生混淆；③可懂，接收者能迅速理解所呈现信息的含义。实现以上三方面的要求，显示器的设计必须遵循以下原则：①能显示与所要求的感觉通道特性相匹配的最适宜的刺激，目标与背景之间要有适宜的对比关系；②在显示器的信息编码系统中所用的代码数目不应超过人的绝对判别能力，对同时呈现的有关联的信息尽可能实现综合显示，以提高显示效率；③采用与系统兼容的显示格式与概念，加强与所表示意义间的逻辑关系。同一系统中的显示格式采用统一标准；④要根据任务的性质和使用条件，按重要性原则、使用频次原则、功能原则、使用顺序原则确定显示器的安放位置，与控制器达到空间关系、运动关系上的兼容性，符合人们的习惯定型。

dongzuo linghuoxing

【动作灵活性】 指机体的全身或一部分在操纵生产设备时的动作速度和动作频率。动作速度指人体各部位每动作一次所需的平均时间，与动作的方向和动作的轨迹有关。动作频率是指在一定时间内动作重复的次数，与操纵方式、机构形状、尺寸、种类和人体动作部位有关。表 1 和表 2 分别给出了人体各部位从屈到伸的一次性动作所需的最少平均时间和重复动作的最大动作频率。

表 1　人体各部位动作一次最少平均时间　(s)

动作部位	动作特点	最少平均时间
手	直线抓取	0.07
	曲线抓取	0.22
	有阻力旋转	0.72
	无阻力旋转	0.22
脚	无阻力蹬踩	0.36
	有阻力蹬踩	0.72
腿	直线伸腿	0.36
	向侧面伸腿	0.72～1.45
躯干	弯曲	0.72～1.62
	倾斜	1.62

表 2　人体各部位最大动作频率

动作部位	动作特点	最大动作频率
手指	敲击	6 次/秒
手掌	抓取	3 次/秒
前臂	摇动、摆动	1 次/秒
上臂	拉压、摆动、摇动	80 次/分
脚	蹬踩	45 次/分
躯干	弯曲、倾斜	30 次/分

在系统设计中考虑动作灵活性时，应按人体生物力学特性、人体惯性特点选择动作方向和动作轨迹。一般来说，水平操纵动作比垂直操纵动作速度快，一直向前的动作比旋转时的动作速度快，动作的圆形轨迹比直线轨迹灵活，顺时针动作比逆时针动作方便，手向身体靠近的动作比离开身体的动作灵活且准确，向前后的往复动作比向左右的往复动作速度快，最大动作速度与被移动的负载重量成反比，达到最大速度的时间与负载重量成正比。同时，在确定动作速度或工作频率时，必须注意到选择较高的动作速度，容易使操作者产生疲劳和紧张的症状，会增加动作的不正确性，增加动作失误的概率，既损害人体的身心健康，又会引发

人为失误事故。但动作速度过慢，也会导致工作能力下降或生产效率低下等问题。因此，必须按系统性能有效度和系统人员有效度等，选择最合理的工作节奏。

shoukong zuoye
【手控作业】 指由人的手工操作完成对动态系统的控制，这是人的作业活动的主要表现形式。手控作业一般有以下特点，即在完成作业时，若目标连续变化或存在干扰，操作者总是试图不停地调节某个连续变量，使它与参照信号相符合。因此，手工控制又称为追踪。同时，手工控制系统一般都是闭环系统，手工控制系统经常被称为闭环追踪系统。当要求操作者同时执行多项追踪任务时，则称为多轴控制。

人的追踪技能可用三种不同追踪模型来表示：一是补偿追踪模型，表示操作者需在一定的时滞后，对误差信息做出矫正反应。二是尾随追踪模型，表明操作者忽视输出，只随输入信号做出控制反应，从而能够缩短时滞。三是预先认知模型，表明操作者可根据自己对输入信息的预测做出控制反应，从而使人的反应能与输入信息同步。

手控作业的效绩可以用多项指标来测量，其中大多数属于追踪误差的测量，如位置误差、平均绝对误差、方差误差、均方根误差等等。手控作业效绩受到人的信息加工时间限度、传递信息频带宽度限度、对高价导数的觉察能力和工作记忆能力限度、时间共享或注意分配等加工资源限度等人的生理心理特点的影响，系统设备的增益、滞后特性也影响追踪效绩。科技人员正在研究提出改进措施，如采用预测显示法、显示加速法、系统辅助法来补偿人的能力限度。

jiankong zuoye
【监控作业】 从严格意义上讲，这是计算机介入人机系统控制环的产物，是指人对可独立闭合控制环的计算机设置初始工作状态，并间接地接收来自它的信息和修正某些参数的活动。也就是说，在监控中，计算机独立地与外部设备和环境打交道，人则起总的设置、核准和调节作用。这意味着人的工作性质不仅将全面地从体力劳动向脑力劳动转移，并要求人发挥更高级的富有创造性的计划、监督和管理作用。然而，平时人们往往把计算机从外部设备得到的数据再生成综合显示提供给人，或者把人的命令转换成机器语言的指令以生成详细的控制动作的过程也看做监控作业。这可称为广义的监控。在这种情况下的监控中，计算机以开环的方式工作，人相对地要更多地参与控制过程。实际上手控作业与监控作业的区别就在于人参与控制过程的程度。

人在监控作业中的作用可简单地表述为控制、监视以及对异常情况的觉察、诊断和矫正。从更广的角度还包括对监控作业做计划、计算机编程和经验总结等内容。在正常情况下，操作者总是从启动系统开始，在启动期间，他可能要履行一套标准化的程序。这时大量的指示瞬态操作的信号可能闪烁起来，对人的认知要求比较高。有时也要调整某些控制装置，使关键的变量参数能保持在规定的范围内。此时的行动和步骤的正确性十分重要。在监控过程中一旦发生故障，就要求操作人员及时发现，尽快诊断原因，并采取矫正操作活动来排除它。

根据过程监控作业的特点，人的监控行为可以分为以技能为基础的行为、以法则为基础的行为和以知识为基础的行为。这三类行为反映了三种不同行为的自动化水平。以技能为基础的行为表现为人快速自动地将刺激与反应联系起来。这种行为几乎不需要投入心理资源。以法则为基础的行为表现为人要根据工作记忆中的法则来作出判断或选择。以知识为基础的行为是在人碰到从未碰到过的新问题时才会表现出来。这时，人必须综合有关系统环境和工作目标的各种知识，确立行动方案。

监控系统的设计者、制造者、操作者和维修者应该清醒认识自动化的潜在负效应，如：①自动化会带来高心理负荷和虚警问题；②自动化可能会使操作者产生错误的安全感，放弃应有的检查和控制；③操作者长期不进入控制环境，会降低技能熟练程度，从而影响对系统状态的熟悉程度；④人可能发生被隐蔽的错误，导致运行系统的错误。不注意这些问题，可能会带来灾难性的后果。

zuoye fenxi
【作业分析】 指以人为本，对操作者，对设备或系统进行操作或维修的作业活动和要求所进行的系统分析，通常包括：作业描述、作业的相互关系、工作环境叙述、完成任务的衡量标准、技能（知识）要求、时间要求以及与其他方面的关系。其目的是总体把握以人为主体的作业系列，发现作业工序的重点，改进设备或设施，获得制定作业标准和指导作业技能训练的依据，选择提高作业效率的操作方法，使作业活动的结构合理化。

作业分析有以下种类：①作业者工序分析，即以工序分析的方法为基本手段，以单个作业者为对象，按作业工序、检查工序、移动工序以及等待工序的要素为简单单位进行分析，检查是否存在不必要的作业工序和检查工序，通过简化使作业和检查更容易；能否改变作业条件，使作业和维修更方便、灵活、简捷，效率最高。②联合作业分析，即针对多人一起作业的多人单机或多人多机复杂人机系统进行分析，评价根据作业目的所必要的工序是否合适；作业分配给每个作业者的工作负荷是否均匀；系统内部的人机关系是否匹配；是否能改造设备实现自动化生产，并把准备和清理工作都

纳入机械作业，缩短生产时间，实现安全高效。

dongzuo fenxi

【动作分析】 指对人的动作进行细致的分析，省去不合理的和无用的动作，制定出最有效的动作序列的一种技术，基本元素分析法是其中最常用的一种方法。该方法认为，人所进行的作业是由几个基本的动作要素（又称基本元素）构成的，根据萨布里克的分类，这些动作要素有伸手、握取、搬运、装配、使用、拆卸、放物检查、寻找、发现、选择、计划、定位、预对、保持、休息、不可避免的迟延、可避免的迟延等18种，它们的有用程度不一样，可以分成三个等次（见表1）。根据人体在执行每个动作要素时人体运动部位的不同和使用肌肉群的多少，吉尔布雷斯把动作分成五个级别来区分消耗能量的大小（见表2）。

表1　动作要素说明

类　别	动	作	要	素				
第一类 工作动素	运空	握取	运物	装配	应用	拆卸	放物	检验
	R	Gr	M	A	U	DA	RL	I
	◡	⌒	◡	井	U	⧺	⌒	0
第二类 预备动素	寻找	发现	选择	计划	定位	预对		
	SH	FO	ST	PN	p	PP		
	⊕	⊕	→	ℓ	g	8		
第三类 迟延动素	保持	休息	迟延	故延				
	H	RT	UD	AD				
	Ω	~	∩	∪				

动作分析的目的是要实现：①构成作业的动作要素要少。即应尽可能的排除第二、第三类的动作，使作业单纯、容易；②每个动作要素的动作时间要短。采用最短动作距离和无约束的愉快动作使人固有的动作速度充分发挥出来；③每个动作要素带给人的疲劳要小。使用最适宜、最低次的身体部位完成动作，对惯性和重力尽可能加以利用，取消急剧转换方向的动作。从而形成一个符合动作经济原则，既容易操作、减轻疲劳，又安全高效的作业过程。

表2　动作分级说明

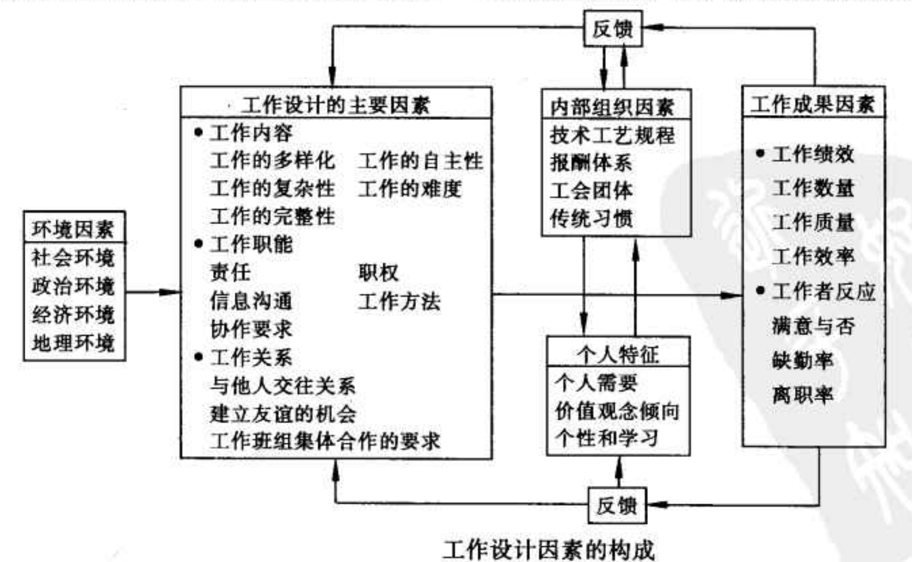
级别	运动部位	枢轴点	说明
第一级	手指动作	指关节	级别最低，速度最快
第二级	手指、手腕动作	腕关节	
第三级	手指、手腕及前臂动作	肘关节	动作限于肘部以下
第四级	手指、手腕、前臂、上臂动作	肩关节	
第五级	全身运动		级别最高，最耗体力

决定构成作业的动作要素序列的因素主要取决于：①工艺装备、设备；②以上物品在作业场地的布置；③操作者本人的个人特征及其当时的情感与身体状况；④作业环境和周围人们之间的人际关系等。

gongzuo sheji

【工作设计】 指为了有效地达到生产组织目标，合理正确地处理人与工作岗位（生产任务）的关系，而采取与满足工作人员个人需要有关的工作内容、工作职能和工作关系等方面的设计。

工作设计的方法主要经历了以下变革：一种是由泰罗和他的同事提出并发展起来的工作专业化（又称科学管理）设计法，在制造业的流水作业生产线上曾应用得十分广泛。该设计法只强调经济、高效地



工作设计因素的构成

完成工作任务，而不考虑工人对这种方法的反应。结果，专业化带来的高效率，被工人对重复单调工作的不满与厌烦情绪所导致的缺勤或离职所抵消。第二种称之为工作轮换和扩大化法，该方法采用横向扩大工作范围，使工人能做与原岗位任务相衔接的上下工序的部分工作，但没有改变工作的基本性质，无法从根本上消除工人的厌烦和不满情绪。第三种是以赫茨伯格双因素理论为基础的工作丰富化设计法，这是一种从纵向扩大工作深度的当代的设计方法，通过为工人提供更大的激励和更多的满意机会来提高生产的效率和产品的质量。但因工人需掌握更多的技术而增加培训费用。本方法优点大于缺点，在美国电话电报公司、国际商用机器公司等许多大型企业被广泛采用。目前，研究人员正在致力于工作特征的再设计，提出了在工作设计中考虑个人差异的理论模式。该方法力求让每个工人都能亲自感受到他是在负责一项有意义的、值得他去做的工作，强调对工作多样化、工作完整性、工作的重要意义、工作的自主权、工作结果反馈等核心工作内容的重新设计，使之与工人的心理状态、需要的心理强度相结合，使工人获得个人满足。但个人特点的无限数量和测定难度，使此方法仅限于样板示范。

总之，一个成功的有效的工作设计必须综合分析各种因素（如上图所示），要从心理学角度考虑工作人员的个人特征、工作环境中的社会心理因素和整个企业的氛围与管理方法；要从工效学角度重视能力与知识、时间与功能、职责与权利、设备与地点、安全与效率等各项原则；要从技术学角度重视工艺流程、技术要求、生产和设备条件对工作设计的影响，使作业系统和社会系统两者之间的关系达到最佳，至少在以下方面发挥积极作用：①减少单调重复性工作的不良效应；②为劳动者发挥主动性、创造性提供良好条件；③建立安全、舒适、高效的整体性的工作系统。

gongwei buzhi

【工位布置】 指将工作岗位上各种必要的设备安排在合适的空间位置上,使之各得其所,充分发挥作用。

工位是为人的使用而设计的,首先要以人为本,把操作者的位置安排好,一般应满足以下几方面的要求：①使操作者处于最能发挥工效的位置,不必移动身体位置和改变身体姿势就能清楚看到需要他观察的设备和周围环境情况,方便地操作到各个常用控制器。②使操作者的身体处于比较自然的状态,避免人体的各个部分长期处于歪斜、屈伸和手、臂长时间位于高于肘部等不舒适、容易引起疲劳的位置。不可避免时,要提供适当的支撑物。③使操作者处于安全的位置,避免操作者处于易遭受撞击、易滑倒的位置或存在高辐射、高温、强风口、高噪声、有害气体及过量尘埃的地方。不可避免时,应设置特殊防护措施。

其次,应将显示器、控制器、工具、元器件等各种供人使用的必要设备和材料布置在最佳位置。如视觉显示器和各种物件应布置在有效视野和有效视距范围内;听觉显示器应布置在工位四周,使人处于信号的有效接收区之内;触觉显示器应安置在对压力刺激敏感的躯体表面部位。依靠人的手、足肢体器官操作的开关、旋钮、手柄、控制杆等控制器必须安置在肢体所能伸及的范围内,以便使操作者在接收信息和操纵控制装置时获得最大的操作效绩。下表列出了肢体和感受器官若干操作活动的最佳操作范围,可供工位布置设计参考。

不同操作活动的最佳操作范围

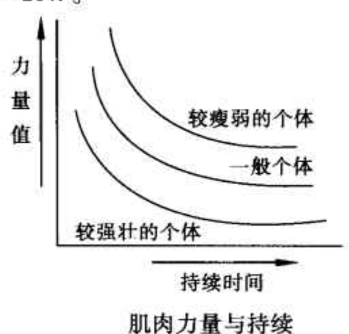
操作内容与要求	最　佳　范　围
视觉辨认细节	围绕视线2°范围以内
监视视觉信号	围绕正常视线15°范围以内
听觉辨认方向	左、右侧
仪表扳手控反应速度	第四象限,身位中心线偏左45°
手控仪表板间距	躯干前75 cm
侧面控制板倾侧角	65°
一般轻便操作工作台高度	肘部等高,或低于肘部5～10 cm
精细操作工作台高度	高于肘部5～10 cm
重作业工作台高度	低于肘部20～35 cm
盲目定位方位	身体前侧0°
盲目到位高度	与肩等高
手轮位置	操作手侧,偏斜30°,与肘等高
坐姿前臂平伸握垂直手柄：	

续表

操作内容与要求	最 佳 范 围
右手最大拉力	肘角 150°
右手最大推力	肘角 180°
右手向右侧最大用力	肘角 60°
右手向左侧最大用力	肘角 150°
右手向上最大用力	肘角 120°
右手向下最大用力	肘角 120°
坐姿前臂下伸手腕向下握水平手柄:	
右手最大拉力	肘角 60°
右手最大推力	肘角 60°
右手向外侧最大用力	肘角 60°
右手向内侧最大用力	肘角 60°
右手向上最大用力	肘角 120°
右手向下最大用力	肘角 120°
坐姿前臂下伸手腕向下握水平手柄:	
右手最大拉力	肘角 60°
右手最大推力	肘角 60°
右手向外侧最大用力	肘角 60°
右手向内侧最大用力	肘角 60°
右手向上最大用力	肘角 180°
右手向下最大用力	肘角 150°
坐姿腿足最大推力	膝角 135°~150°
轻踏	膝角 15°~25°
重踏	膝角 25°~35°

renti naili

【人体耐力】 指人体能够在较长时间内保持特定工作水平的能力。它与所使用的力的大小有关,而且受活动持续时间长短的影响。人体能够保持的力量与持续时间之间呈现一种非线性的反比关系,如下图所示。人体仅能在几秒钟的时间内维持最大用力状态,若用力要持续数小时之久,则只能输出人体最大力量的15%~20%。



肌肉力量与持续时间的关系

人体耐力与性别、年龄、体质和锻炼等因素有关,因此存在着较大的个体差异。但各个体的"力量—时间"曲线模式却是相似的。一般,较瘦弱的个体具有相对较大的耐力,在图上表现为"力量—时间"曲线上移。所谓"相对较大"是指瘦弱类个体的最大力量比强壮个体的要小,保持相同百分数的最大力量的绝对值也相应较小,从而,有利于体内能量物质的输送,使肌肉较迟出现疲劳。不少研究表明,女性比男性也具有相对较大的耐力。

zuoye zishi

【作业姿势】 指作业时人体所取的基本姿势和体位。

生产实践中的作业姿势一般可以分为坐姿、立姿、坐—立交替姿势、卧姿和蹲姿等。作业时选取哪种作业姿势主要取决于下列因素:①作业空间的尺寸和照明条件;②体力负荷的大小及施力方向;③人机界面的布置或工具、加工材料的安放位置;④作业时操作者的起坐频率。正确的作业空间布局设计是维持正确作业姿势的条件。从人的身心特点和安全健康要求出发,

最好的办法是首先根据工作任务的特点来分析对操作动作的要求，选择最佳的作业姿势，以此出发去设计工作岗位的作业空间，使其尽可能不出现下列不方便、不正确的人体姿势：①站着不动的姿势（特别是对女性）；②长期地或经常重复地弯腰（指脊背弯曲度超过15°）；③躯干扭曲并倾斜的姿势和半坐姿势；④经常重复地使用单腿支撑体重；⑤手臂长时间上举、前伸。

一般情况下，坐姿作业较立姿作业有许多优点，即坐姿对血液循环有利，下肢静脉压力降低，血液返回心脏的阻力减小，肌肉承受体重负担较小，特别适合于持续时间长的静态作业，要求操作仔细、精密的作业和需要手足并用、对一个以上踏板进行控制的作业。但坐姿作业用力受到限制，工作范围较小，不易改变体位，久坐会导致脊柱弯曲、痔疮等疾病。当作业中常用的控制器分布区域较广、需要手足有较大的运动幅度和施用较大的力时，则应优先选用立姿作业。因站着比频繁起坐消耗能量少，手脚活动范围大，借助走动、变换位置看见或使用坐姿够不到的部件，易操作大操纵杆。立姿的缺点是不易进行精密而仔细的操纵，肌肉要做更多的功来维持体重，容易产生疲劳，长期站立容易引起下肢静脉曲张。坐—立姿交替作业能吸取坐姿和作业的各自长处，弥补各方的短处，是一种较为理想的作业姿势，应尽可能加以应用。

在机器设备的安装维修作业中，由于作业空间的限制，作业者既不能站，又不能坐，而只能采取蹲姿、跪姿和卧姿时，必须按国家标准的规定，在设备设计布局时预先考虑各种作业姿势所需的最小空间要求。否则，肢体施展不开，就易用不合理的方式用力，损伤肌肉骨骼组织，或因把握不住工具、物件，造成工件失落，砸伤人体或设备，应尽量避免。

zuoye huanjing

【作业环境】 指在作业者从事作业活动的区域范围内存在的除作业者本人的心理、意识之外，对人的心理、意识和作业行为发生影响的全部因素或条件，包括内部因素和外部因素。

外部因素按其性质和作用，可以分为物理性因素、化学性因素、生物性因素和社会性因素。其中，有的是作业活动所必需的，只有当其过量或不足时才会给作业活动或人体健康带来危害。如生产岗位的温度、湿度和气流速度（风）构成的微气候条件，适宜时，能改善人的体温调节、水盐代谢、心血管功能等。热环境时，就会增加工作负荷能量，降低忍受时间阈限。寒冷环境时，体温下降，就会影响身体触觉能量，降低操作反应速度等。人不能工作、生活在绝对安静环境中，一定的噪声能使人的大脑维持一定的兴奋水平，音乐在许多情况下能调节心情，促进人们的工作效绩。但过强的噪声会影响人的注意力，干扰信息传递，损伤人的听力。选择合理的照明系统（包括照明水平、照明分布和照明性质）有助于人完成视觉作业任务。反之，就会降低视觉功能，增加视觉疲劳。同样，振动能使人获得一定的反馈信息，但会减弱人的视觉辨认能力和动作控制能力，并对人体产生不良影响。另一些因素，如有毒气体和各种病菌等，对人体和作业活动有害无益，需要尽可能加以排除和控制。作业者对这些因素的耐受阈限和抵抗能力，与本人的内部因素和锻炼程度有关。

从安全人机工程的角度，必须把作业环境因素和人的作业活动与特点作为一个整体加以研究，研究作业环境的注意内容应当包括：①环境知觉，即人对环境知觉的特征及其影响因素；②环境诸因素对人体的影响；③人对环境的适应，包括感受阈限和耐受阈限；④环境设计，即在上述三个方面研究的基础上，设计有益于提高人的作业效绩和保障人体安全健康的最佳环境。

anquan juli

【安全距离】 指保证机器危险部位不被人体触及、危险物质不对人体造成危害所必须的间隔距离，是在无法从设计上消除危险源时采取的一种经济有效的间接安全技术措施，称距离防护。

根据危险源的不同性质，安全距离可分为以下几大类型：

第一类是机械防护安全距离，包括防止可及（如上伸可及、探越可及、上肢自由摆动可及、穿越孔隙可及）危险部位的安全距离；防止人体（如躯干、头、腿、足、臂、手掌、手指等）受机械设备或工作场所存在的固定的或可变动的夹缝挤压危险的间隙距离；防止踩空致伤盖板开口的最大允许间隙等。其安全距离大小等于身体尺寸（或最大可及范围）与附加量之和，即：

$$S_d = (1 \pm K)L \quad \text{或} \quad S_d = (1 + K)R_m$$

式中，S_d 为安全距离，L 为人体尺寸，R_m 为人体伸展的最大可及范围，K 为安全余量附加系数。

由于安全距离涉及人身安全与健康，根据国家有关人体尺寸使用原则，计算安全距离的最小值应采用第99百分位上男女两者中较大的数值作为设计依据；计算安全间隙的最大值应采用第1百分位上男女两者中较小的数值作为设计依据，以保证99％以上的人群的身体不会伸入危险区域内部。在人体尺寸或最大可及范围基础上附加的安全余量用 KL 或 R_m 表示，计算不允许身体触及的最小安全距离时用加号，计算限制身体通过的最大安全间隙时用减号。附加余量还需考虑不同工作环境所要求的着装因素和经济因素，其附加系数可参照下表选取。机械防护安全距离的具体要求可参见GB12265《机械防护安全距离》。

第二类是电气防护安全距离。由于提供设备动力和工作照明的需要，车间里或工作岗位上常配有各种

电气线路和电气开关,外表虽有绝缘层,但仍然存在着对人体的潜在威胁。电气防护安全距离主要视电压的高低、操作工具和环境条件等因素而定。在低压操作中,人体与带电体间至少应保持100 mm的距离。在高压无遮拦操作中,人体与所带工具与带电体之间的最小距离,10 kV以下时不应小于700 mm,20～30 kV时不应小于1 000 mm。用绝缘杆操作时,上述距离可分别减为400 mm和600 mm。不能满足上述距离时,应装临时遮拦。在线路上工作时,人体与邻近带电体的最小距离为:10 kV以下时不应小于1 000 mm,35 kV时不应小于2 500 mm。

机械防护安全距离身体有关部位附加量系数

身体有关部位	K
身高等大尺寸	0.03
上、下肢等中等尺寸,大腿围度	0.05
手、指、足面高、脚宽等小尺寸,头、胸等重要部位	0.10

第三类是防护非触及性物理有害因素的安全距离。如电磁辐射、光辐射、热辐射等。通过保持一定的间隔距离,辐射强度的衰减,使人体接受剂量限制在允许的安全范围之内。

anquan tongdao

【安全通道】 指将工作区域或工作岗位之间以及与区域外部连通,保障工作人员、车辆和货物不受限制地通过,便于及时到达工作现场或迅速安全撤离工作现场的通道、走廊、楼梯和出入口等的总称。

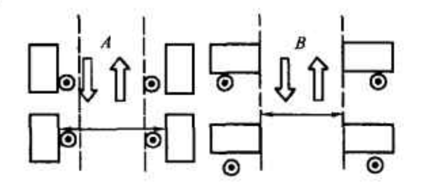
出入口包括常规出入口、辅助出入口和应急出口等。仅供人员进出的出入口,其高度不得低于2 100 mm,最小宽度不得窄于810～860 mm。一般应避免采用门槛,除非为防风雨非用不可。应急出口应有足够的空间,用手、脚一触即开,需要用把手或按钮打开时,操纵力应小于220 N,以方便里边人员(包括必须携带必要装备或穿戴臃肿防护服的人员)迅速撤出。下表是常见应急出口尺寸举例。

通道与走廊尺寸与工作区域内预定的人流、物流的高峰负荷量、流动方向及出入口数量与尺寸有关。仅供人通行的通道和走廊,需在人体测量尺寸的基础上,考虑着装和携带个体装备等因素,单人单向通行的宽度至少应为760 mm;双人通道宽度应在1 220～1 370 mm以上;通道单侧有门时,宽度应在1 670～1 830 mm以上;通道双侧有门时,宽度应在2 100～2 340 mm以上。当通道属于双向流动,既走人又通车运货,两侧挨着工作岗位时,通道宽度至少要满足下图的要求。

现代企业一般都有高大的设备或厂房,当工作位置离地面有一定高度时,应该设置楼梯、扶梯或斜坡道。

应急出口的尺寸 mm

应急出口形状	尺寸	
	最小	最佳
矩形门窗开口	405×610	510×710
方形门窗开口	460	560
圆形门窗开口	560	710



宽度	A	B
通道	2 000	1 500
货物	2 200	1 500
手推车	2 500	1 500
运输汽车	3 000	1 800

通道宽度(mm)

扶梯建造方便,便于人员短时间内快速通过。但不适合携带物件和笨重工具上下。扶梯供1人通过,最佳倾角为50°～60°,宽度应在535～610 mm之间,扶手高度860～890 mm。当人员需上下同时往来时,应提供并排独立的上下扶梯。两扶梯相邻侧至少间隔150 mm,并各有独立扶手。

楼梯的最佳倾角为30°～50°。为避免楼梯梯段过长,每10～12个台阶最好有一个平台。台阶应为均等。为满足携重登高的要求,台阶的深度和高度应以300 mm和125 mm为佳。

斜坡道的倾角应在20°以下。当斜坡道同时用作人行道时,除应装设900～1 100 mm高度的扶手外,在全长范围内还应有至少宽50 mm、间隔150 mm的防滑条。

zuoye kongjian

【作业空间】 指生产系统中人—机—环境等基本要素需要占用的空间有机结合在一起的总和。其作用就是组织生产现场,把所需要的机器、设备、工具,按照生产任务、工艺流程的特点和人的操作要求进行合理的空间布置,给能量、物质和人员确定一个最佳的流通路线和占有区域,避免冲突,提高生产系统总体上的可靠性和经济性。

作业空间包含了三种不同的空间范围。第一种是人体在规定的位置上进行作业时必须触及的空间,即作业接触空间。人们为完成劳动任务的大部分工时是在这个区域内度过的。第二种是人体在作业时或进行其他活动时,人体自由活动所需要的空间,即作业活动空间。第三种是为了保障人体安全,避免人体与危险

源直接接触和免受非接触性机械性有害因素影响所需要的安全防护空间距离。

为了使作业空间设计得既经济又合理，并给人体操作带来舒适和方便，进行作业空间设计时应遵循以下原则：①首先应根据生产任务和人的作业要求，总体考虑生产现场的适当布局，避免在某个局部空间区域，把机器、设备、工具、人员等安排得过于密集，造成空间负荷过大。②作业空间设计要着眼于人，落实于设备。即从人的认知特点和活动特性出发，对有关的作业对象进行合理布置，减轻操作者的心理负荷和体力负荷。③在考虑人体因素进行作业空间设计时，人体尺寸、关节运动幅度、肢体可及范围、视野所及范围、人体用力范围的适应区域要保证至少有 90% 的操作者达到兼容性要求。

gongzuo fuhe

【工作负荷】 指人体在单位时间内承受的工作量。它是评价人机系统的一项重要指标。

人体的工作能力是有一定限度的。工作量超过这一限度，就称为工作超负荷。当操作人员处于工作超负荷时，不仅工作无法顺利进行，还会使其处于高度应激状态，引起其生理、心理状态的明显变化，引起错误增多，疲劳感增强，反应迟钝，对外界的应变能力减弱，情绪容易激动，人际冲突增加，对工作厌烦等等，既容易产生各种生产事故和人身伤害事故，又极易诱发各种生理心理疾病，对身心健康产生不可挽回的不良后果。因此，研究建立工作负荷水平与人体效应的关系，确定最佳工作负荷水平，避免操作人员在超负荷状态下工作是人机系统设计的一项重要任务。

工作负荷的大小取决于输入负荷和个人的工作能量差异。输入负荷源于工作任务（包括工作数量、强度、难度、速度、持续时间等因素）和工作环境（如噪声、振动、温湿度等）。个人付出的能量则是输入负荷、主体状态（如总工作能量、动机、生理状态等）和内在效绩标准的函数。

按照工作性质的不同，工作负荷可分为体力负荷和心理负荷两大类。体力负荷主要表现为以动态肌肉或静态肌肉用力工作的负荷。常见的评价体力工作负荷的方法有：①生理变化测定，一般以氧耗、肺通气量、心率、血压和肌电图作评价指标；②生化变化测定，一般以乳酸、糖原、儿茶酚胺、尿蛋白等生化物含量的变化作评价指标；③主观感觉评定，如采用鲍根（G · Berg）从功量计负荷研究发展形成的“自认劳累分级”量表评定；④工作效绩测量，由于负荷大小与工作效绩的关系十分复杂，使用时必须排除情绪、动机等各种中介变量的干扰，应当谨慎使用。除了确定最佳工作负荷值或最大可接受工作负荷值之外，对实际工作进行劳动强度分级也是十分重要的工作。我国国家标准GB3869《体力劳动强度分级标准》已对体力劳动强度的计算方法和分级办法做出了明确规定。

xinli fuhe

【心理负荷】 指单位时间内人体承受的心理活动工作量，包括信息加工负荷和情绪负荷两个方面。其中，信息加工负荷涉及信息接受、中枢信息加工和控制反应等，情绪负荷即涉及个体生理特征、个性等稳定因素，又涉及经验、技能、动机、期望、内在效绩标准等不稳定因素。

随着科技进步，现代人机系统的发展使操作者逐步摆脱了繁重的体力劳动，但操作者面临的输入与输出的信息量大大增加，必须及时、正确地加以处理，快速、有效地作出反应，任一操作活动的失误都可能对总系统构成严重危害，无疑给操作者造成很大的心理压力。因此，在工作系统设计时，从系统的功能分析出发，合理进行人机功能分配，把系统对操作者的要求（特别是心理负荷的要求）保持在一个恰当的水平上，对提高系统的绩效、操作者的满意感和安全健康具有十分重要的意义。

系统设计中有许多因素设计若不符合人机工程学要求，都会使操作者感到心理疲劳，增加心理负荷。如系统任务目标的模糊性会增加操作者选择、决策的难度；任务要求的复杂性意味着操作者不得不在单位时间里做出过多的决策；信息的含糊性需要操作者对信息进行猜测；信息量过少将导致操作者在不充分的信息基础上进行决策，而信息量过多又必须从过多的信息中过滤出有用的信息；信号相对于背景及其他无关信号可区分度很低则需要操作者付出极大的努力来发现信号；要求操作者在某一时刻同时完成两件及以上的任务会很快达到人的信息处理能力的极限；信息显示或更新的速度过快，不同时显示参照标准信息或缺乏信息恢复装置，会增加工作记忆负荷和不必要的长期记忆负荷；若要求操作者控制高于二阶的动态系统或同时输出多维控制行为，将使操作者额外费神并增加错误；完成任务时间限定过紧就会产生时间压力并易导致偷工减料；连续工作时间过长、轮班制或休息时间安排不合理，操作者难以从疲劳中完全恢复；不良的工作环境干扰信息的接受和处理；在任务和设备的设计中未给操作者创造必要的和最起码的社交机会或手段，就无法使操作者在关键决策时获得社会的支持等。

但是，心理负荷不是越低越好，如果工作任务需要的注意力越窄，工作的难度越低，相似的简单重复性工作持续时间越长，工作环境变化越小，就极易使操作者感到单调乏味，产生心理餍足和警觉性下降，人的失误就会增加，系统的可靠性随之降低。

zuoye pilao

【作业疲劳】 指人体由于高强度或长时期持续

作业而导致的工作能力减弱、工作效率降低和错误率增加的状态，是一种自然性的防护反应。出现疲劳等于向操作者发出了工作负荷过度的报警信号，要求操作者减轻活动强度或停止活动。否则，将由于过度疲劳而造成人体损伤。

疲劳现象及其分类是多种多样的。当作业活动主要由身体的肌肉承担时所产生的疲劳为生理疲劳。当肌肉施力强度不大，但由于工作中紧张程度较大或由于工作过于单调而产生的疲劳称为心理疲劳。按人体疲劳产生的部位可分为全身性疲劳、局部性疲劳、智力性疲劳和技术性疲劳。按疲劳的延续时间又可分为急性疲劳和慢性疲劳等。

疲劳出现同许多因素有关，例如作业强度、劳动环境条件、工作节奏及单调程度、工作责任、身体素质、营养、睡眠、情绪状态等都可以成为引起或加重疲劳的原因。人体疲劳后，各种技能全面降低，尤其是感觉功能和手脚动作机能变得反应迟钝，动作不准，容易产生不安全行为，诱发事故的发生。

评定疲劳的程度可以从四方面去考虑，即工作绩效、主观感受、代谢情况及有关生理、心理反应的变化等。以下措施可以延迟疲劳的出现或减轻疲劳的程度：①休息的合理安排和足够的睡眠；②工作座椅、工作台的合理设计；③优化作业环境；④变换作业姿势，轮流用不同的肌肉来承担工作负荷；⑤智力和体力工作类型交替进行。

caozuozhe shiwu

【操作者失误】 指操作者违背系统的方法和预定的工作模式，未能完成预先分配给他的功能，使之包括人在内的整个系统有恶化可能的行为。操作失误是人的失误（包括信息输入失误，联络失误，记忆、判断失误，操作失误等）的主要类别之一，与操作者的个性特征如动机、责任心、技术熟练程度、身体状况等有关。

操作失误按内容可分为①没有执行分配给他的功能；②执行了分配给他的功能，但失败了；③按错误的顺序或错误的时间执行分配给他的功能；④执行了没有分配给他的功能。

操作失误还可以有其他许多种分类方法，如替代失误，逆转（反向）失误，调节失误，无意操作，遗漏操作等。

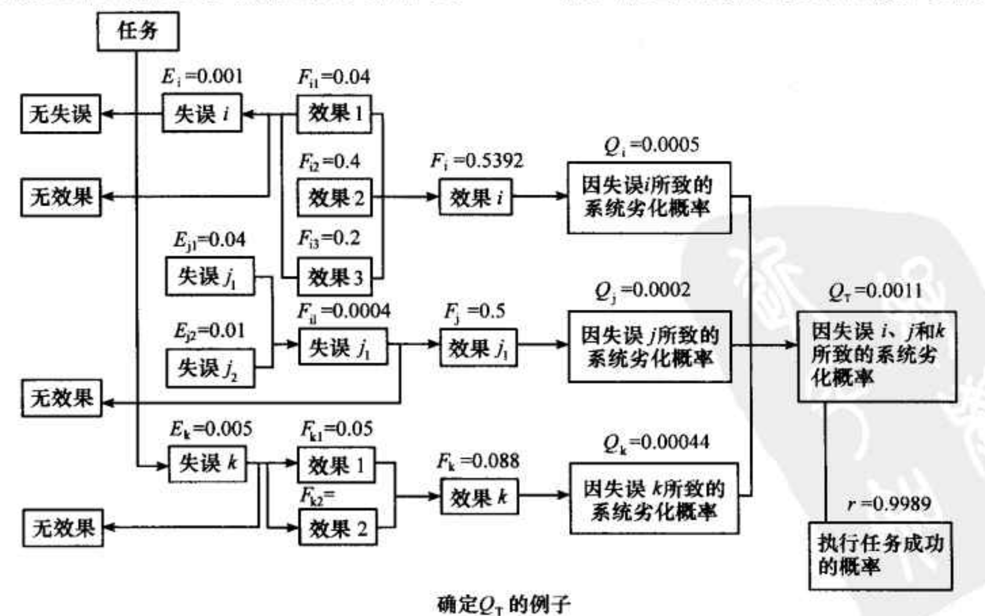
事实上，许多操作失误是由系统失误引起的。即在系统设计时没有很好考虑到人机工程学因素而留下了不安全隐患，使操作者不能充分利用系统各要素进行合理、有序、有效的操作。下列因素有可能导致操作失误的发生：不恰当的功能分配；不正确的指示或说明书；不合适的工具，不合适的环境；不恰当的训练与技术；不适当或不安全的技术数据；不适当的装备和保养；作业场所或车间布置不当；过负荷的条件；任务的复杂程度太高；不适当的人员配备；不适时的生活刺激等等。

renwei shiwolü yuce jishu

【人为失误率预测技术】 指预测和评价人的失误率的技术，它由五个阶段组成：

1. 给系统故障下定义。
2. 确认人的操作与系统任务和功能的相互关系，绘制关联图表。
3. 预测每一项人的操作的失误概率。
4. 确定每一项人的失误对系统故障的影响。
5. 提出将系统故障率降低到允许水平之内的必须采取的建议。

该技术的主要运算过程见下图，数学关系如下：



确定Q_T的例子

$$r_t = 1 - Q_T$$

式中 r_t 为在规定条件、规定时间下执行任务取得成功的概率，Q_T 为执行任务中由于 1 种或 1 种以上人为失误而产生的系统劣化概率。设第 i、j 和 k 种互相独立发生的人为失误所致系统劣化的概率分别为 Q_i、Q_j 和 Q_k，则系统劣化概率为：

$$Q_T = Q_i + Q_j + \cdots + Q_k$$

当采用此假设方法无法求得 Q_T 时，可采用下式计算：

$$Q_T = (Q_i + Q_j + Q_k) - Q_iQ_j - Q_jQ_k - Q_iQ_k + Q_iQ_jQ_k$$

也可用下述间接方法计算：

$$Q_T = 1 - (1 - Q_i)(1 - Q_j)\cdots(1 - Q_k)$$

或写成：$Q_T = 1 - \prod_{k=1}^{n}(1 - Q_k)$

在执行特殊任务中，第 i 种人为失误使系统劣化的概率 Q_i 为：

$$Q_i = E_iF_i$$

式中 E_i 为第 i 种人为失误发生的概率，F_i 为由于第 i 种人为失误而使系统恶化的概率。

由于在操作 n_i 所产生的第 i 种人为失误而使系统劣化的概率可由下式求得：

$$Q_i = 1 - (E_iF_n)^{n_i}$$

既可用模拟方法求得，又可以从有关文献数据库中取得。如果在 E_i 的效果产生之前发生了两个人的失误，可用 $E_i = (E_1)(E_2)$ 计算。当两个事件独立时，可用 $E_i = (E_1)(E_2/E_1)$ 计算。

F_i 可以从失误与故障的效果分析中取得决定的依据，从子系统试验、系统试验和操作中所得的失误和故障数据也可用于预测和修正。当第 i 种人为失误影响到 2 个或 2 个以上效果时，用 $F_i = 1 - (1 - F_1)(1 - F_2)\cdots(1 - F_n)$ 计算。F_1、F_2、F_3 为人为失误产生 2 个或 2 个以上效果时的每个单一效果。

rendecaozuo kekaoxing

【人的操作可靠性】 指人在规定条件下、规定的时间内，正确完成人机系统分配的规定功能的能力。

与机器可靠性相比，人的行为是有自由度的。人处理事情的能力随人的身心状态、作业环境、社会因素、情绪状态的变化随机起伏变化。这种人的不稳定性就不可避免地存在发生人的差错的可能性，导致人的操作可靠性下降。研究提高人的操作可靠性是提高系统可靠性的重要环节。

评价人的操作可靠性的常用尺度是人的操作可靠度，即作业者在规定条件下和规定时间内正确完成操作功能的概率，用 R_H 表示。与人的操作可靠性相对应的是人的操作不可靠度，即在规定条件下和规定时间内丧失规定功能的概率，用 F_H 表示。两者为一完备事件组，所以有：

$$R_H + F_H = 1 \quad 或 \quad R_H = 1 - F_H$$

人的可靠性由人的信息接受的可靠性、信息判断的可靠性和信息处理的可靠性等三个作业过程组成。由于人在系统中完成功能的操作方式有间隙性操作和连续性操作两类，所以可靠度的计算方法也不一样。对于间隙性操作，一般不宜用时间来表示其可靠度，工程上常用人差错频率的实验数据来表示。即某人执行某项操作 N 次，其中失败 n 次，则当 N 足够大时，人的操作可靠度可按下式计算：

$$R_H = 1 - F_H = 1 - \frac{n}{N}$$

对于连续性操作的可靠度可直接用时间来描述，其数学模型为：

$$R_H(t) = e^{\int_0^t \lambda(t)dt}$$

式中 t 为连续工作时间，$\lambda(t)$ 为 t 时间内人的差错率，是随时间变化的函数。对不同的人或不同的时间是各不相同的。在计算时一般根据不同的人、不同的时间，进行同一操作的差错率的平均值进行计算的。

为了实际计算的方便，更多的时候，人们根据信息输入、判断决策和操作处理等人的行动过程模式首先计算人的操作基本可靠度 r，然后再根据作业操作频率、危险程度、人体身心素质和环境条件对人的操作的影响，对基本可靠度进行修正，求出操作可靠度 R_H。计算方法如下：

$$r = r_1 \times r_2 \times r_3$$

式中：r_1 为与输入有关的基本可靠度，r_2 为与判断决策有关的基本可靠度，r_3 为与操作处理有关的基本可靠度。

$$R_H = 1 - a \times b \times c \times d \times e \times (1 - r)$$

式中：a 为作业时间修正系数，b 为操作频率修正系数，c 为危险程度修正系数，d 为生理、心理条件修正系数，e 为环境条件修正系数。

基本可靠度 r_1、r_2、r_3 和修正系数 a、b、c、d、e 的取值分别见表 1 和表 2。

表 1 基本可靠度 r_1、r_2、r_3 的取值

作业类别	内　容	r_1	r_2	r_3
简单作业	变量仅几个，按人机学原则设计	0.9995～0.9999	0.9990	0.9995～0.9999
普通作业	变量在 10 个以下，考虑了人机学因素	0.9990～0.9995	0.9950	0.9990～0.9995
复杂作业	变量在 10 个以上，人机学原则考虑不周	0.9900～0.9990	0.9900	0.9900～0.9990

表2　人的可靠度修正系数 a、b、c、d、e 的取值

符　号	修　正　项　目	内　容	取　值
a	作业时间	• 有充足的宽裕时间 • 没有充足的宽裕时间 • 没有宽裕时间	1.0 2.0～3.0 3.0～10.0
b	操作频率	• 频率适度 • 连续操作 • 极少碰到的操作	1.0 2.0～3.0 3.0～10.0
c	危险程度	• 无危险性，误操作也可保障安全 • 有产生事故的危险性 • 有产生重大事故的危险性	1.0 2.0～3.0 3.0～10.0
d	心理、生理条件	教育训练、身体状况、心理素质等 • 综合条件较好 • 综合条件不好 • 综合条件很差	 1.0 2.0～3.0 3.0～10.0
e	环境条件	• 综合条件较好 • 综合条件不好 • 综合条件很差	1.0 2.0～3.0 3.0～10.0

当 n 个人的操作可靠度均为等值 R，构成串联作业系统时，总的操作可靠度为 $R_H=R^n$，当构成并联作业系统时，总的操作可靠度为 $R_H=1-(1-R)^n$。当 m 个并联系统包含了 n 个并联系统，总的可靠度为 $R_H=1-(1-R^n)^m$，当 m 个并联系统构成了 n 个串联系统，总的可靠度为 $R_H=1-[(1-R)^m]^n$。

anquan guanli xitong gongneng pingjia

【安全管理系统功能评价】 指以人为中心，通过决策（指令）、调度（执行）和确立约束边界条件（规章制度），保证人机系统处于安全经济状态下运行的可靠度评价。

安全管理系统对人机系统的整体安全起着指导、协调、统帅、支配的作用。但安全管理系统的功能是通过执行安全管理功能的人来实现的，是这些人的认识和意志的反映。因此，安全管理系统功能的评价，主要是评价执行管理功能的人制定决策、执行决策的正确性，主要包括三个方面：

1. 决策功能评价。决策是根据系统条件，为实现安全生产目标确定的行动指南，具体包括总体的安全工作方针、政策、规划和具体的战术性指令、行动步骤以及工作方法。决策的正确性和可靠性，取决于决策者对有关危险因素的认识程度和决策基础的可靠程度。这要求决策者有很高的文化技术素质和强烈的安全责任感，以便对系统中存在的各种危险因素、演变情况及后果、消除危险的防范措施等有主动的预见性。同时要有强大的个人魄力，调度足够的人力、技术物质和经济能力作决策的基础，不存在受其他权力系统牵制，以至于无法实施决策的现象。

2. 调度功能评价。即评价一定的机构和人员贯彻执行安全管理决策，使之发挥实际效用的能力。安全调度人员主要是各级实际生产组织者，如厂长、车间主任、值班长等。安全调度的可靠性取决于调度者的安全生产的认识程度和组织能力。要求对安全决策及各项规章制度有正确的理解，充分了解系统的安全状况和轻重缓急，了解实用的事故预防和事故应激措施，拥有高度安全责任意识，调配人、财、物来保障安全决策的贯彻执行，保证本岗位人机系统的安全运转。

3. 规章制度功能评价。规章制度是为保证总体决策的实现而规定的一些具体的约束措施和条件，实际就是决策的一部分。规章制度的可靠性主要取决于其内容的完善程度及执行力度。在内容上应对重要危险源和人机系统做出全面的安全管理规定，并满足传输性、易识性、准确性和时效性等要求，让有关人员能了解清楚。在执行力度上应设立严格的监察程序，监督规章制度能得到全面的贯彻执行。

以上每个方面的评价按其完善程度，可分为四个等级，其中第一等级的可靠度系数为1.0～0.8，第二等级为0.8～0.6，第三等级为0.6～0.3，第四等级为0.3～0.1。只要发现任一方面有不完善、不落实的地方，都应切实加以整改，以保证安全管理系统能发挥最大功能。

xianqing xinhao

【险情信号】 指使用具有专用特征的音调、灯光的模式向人们传递标示危险状态的先兆或发生的可能，要求人们及时发现并迅速作出排除或控制险情反

应的信号。

根据传递险情信息的媒介不同,险情信号可分为视觉险情信号和听觉险情信号。根据对人危害的紧急程度和可能产生的后果,险情信号又分为警告信号(如公共警报信号)和紧急信号(如紧急撤离听觉信号)。警告信号标示需要采取适当措施予以消除或控制事故发生可能性的一种信号。紧急信号标示涉及人身伤害风险的险情开始或已经发生,并需立即采取措施的一种信号。

险情信号的设计必须满足信号的觉察性、可分辨性和含义明确性的基本要求。保证信号接收区内的任何人都能觉察、辨认信号,并对信号作出反应。险情信号必须优于其他一切信号,紧急信号必须优于所有警告信号。险情声信号的分类与险情信号颜色的分类分别见表1和表2。

表1 险情信号分类表

声 信 号	光信号	含 义	备 注
扫频声 频率以5 Hz/s ~ 5 Hz/ms比率滑动增加或减少(在一周期内容许的变化)	红色	危险,紧急行动	最高扫频率基本上用于高音频率,反之也然,最低扫频率用于短于5 s的声片段,不用于高于400 Hz的频率
猝发声 快脉冲成组时,每组中至少有5个脉冲。脉冲频率4 ~ 8 Hz(脉冲宽60 ~ 100 ms)	红色	危险,紧急行动	脉冲频率高于5 Hz时,混响可能引起觉察障碍,见GB1251.1—89中8.3.1,一个固定的音叠加在脉冲信号上,其声压级不超过脉冲的声压级
交变声 2个或3个特殊音的阶式序列,每片段0.15 ~ 1.5 s	红色、蓝色	危险,优先强制性行为	声片段的强度及长度相等
恒定音调片段 周期性的或成组的片段,长度0.3 s或更长	黄色	注意 命令警戒	在一组中用不同长度的声片段时,推荐用1:3
拖延声 恒定的音调	绿色	正常状态 安全	为解除公共警报发出的信号,在30 s之内不应当中断

表2 险情信号颜色分类表

颜色信号	含 义	目 标		备 注
		注 意	表 示	
红色	危险异常状态	警报停止禁令	危险状态紧急使用故障	红色闪光应当用于紧急撤离
黄色	注意	注意干预	注意的情况状态改变运转控制	—
蓝色	表示强制行为	反应、防护或特别注意	按照有关的规定或提前安排的安全措施	用于不能明确由红、黄或绿所包含的目的
绿色	安全正常状态	恢复正常继续进行	正常状态安全使用	用于供电装置的监视(正常)

benzhi anquanhua

【本质安全化】 指机器、设备能依靠自身的安全设计,防止因人出现违章操作或误动作等的错误而发生的事故,并且设备本身可以防止人的操作失误。当设备的个别部件发生故障,或运行参数发生不正常突变时,也会由于完善的安全装置而避免工伤事故的发生。如电气设备的防爆结构能使正常状态或发生事故时所产生的火花、电弧和高热都不会引燃易燃易爆气体。又如使用联锁保护装置控制机器设备运转系统的操纵机构,使其只有在防护装置先起作用后才能启动设备。一旦误打开防护装置,即可实行自行停机,锁定启动机构,保证操作者与危险区域(点)的隔离。

本质安全化不仅能保证人与机器设备的安全,还可以大大缓和操作者的职业紧张程度,提高系统工作效率。

(五)安全心理学

xinlixue

【心理学】 应用客观的方法研究心理活动的特点、本质、机制及其发生发展的规律的科学。人的心理

活动一般分成两个相互联系的方面：心理过程和个性心理特征。心理过程是指心理活动的过程，最基本的心理过程是认识过程，另外还有情感过程和意志过程。认识、情感和意志三种心理过程简称知、情、意，它们是彼此既有区别又有机地联系着的心理活动的三个方面。

心理过程在每个人身上产生时，又总带有个人的特征，表现出每个人不同的心理特点，即个性心理特征，如兴趣、能力、性格、气质等。

人的心理过程和个性心理特征是密切联系的，个性心理特征是通过心理过程而形成并表现出来的。例如，能力主要是在认识过程中形成和表现出来的；性格主要在意志和情感过程中形成和表现出来的。已经形成的个性心理特征又制约着心理过程的进行和发展，如兴趣不同的人对同一事物的认识和态度是不相同的。由此可见，心理过程和个性心理特征构成了人的心理活动的统一整体。

anquan xinlixue

【安全心理学】 应用心理学的一个分支领域，研究在生产过程中工作人员安全行为的心理因素及其变化规律的科学。安全心理学揭示工作人员对待安全的态度、认知以及行为准则的心理因素，研究怎样调动操作者对安全生产的积极性。

安全心理学首先致力于个人素质与安全的关系研究，主要包括个人的身心素质与职业、工作要求的匹配研究。提出不同的职业、不同的任务对操作者的身心素质要求，从而通过选拔、培训等方法达到操作者与任务之间的匹配，从人的素质上保证安全生产的可能性。

年龄层次的变化、性别的不同、文化背景的差异等因素造成的对工作者的安全需要和态度的差异，是安全心理学研究的第二个领域。人的需要、人对社会各种问题的态度确定了一个人的行为准则，而一个人在不同的年龄阶段、不同的社会背景条件下，对待安全的需要和态度也会随之产生相应的变化。因此安全心理学研究特定的人群组合的安全需要和安全态度，从而制定针对性的激励手段和安全管理措施。

安全心理学研究的第三个领域是事故发生中的心理因素分析。事故的种类多种多样，事故产生的原因也复杂多变，然而操作者的心理因素在事故发生的一刹那始终起着一个重要的中间机制的作用。在事故发生、发展、抢救和引起后果的过程中，积极的心理因素、消极的心理因素或被动的心理因素起着截然不同的作用。因此，以个案分析和统计分析相结合的事故发生情景中操作者的心理因素分析，剖析出在情景状态下的操作者的心理活动规律，并选取出典型的个案用于培训和教育，有利于提高操作者在应急状态下的应变能力。

zuzhi guanli xinlixue

【组织管理心理学】 又称组织心理学或工业社会心理学，是研究管理过程中人的心理活动及其规律的一门应用科学。管理活动是人类活动的一种特殊形式，作为管理的对象可以分为两个方面：物和人。因此，管理活动亦可分为两部分：一方面是对劳动工具和劳动过程的管理，即人对物的管理；另一方面是对劳动者的管理，即人对人的管理。这两方面的管理都涉及心理学问题。人对物的管理涉及人和机器的关系，从系统论的观点看，我们将人和机器当作一个系统，即“人—机”系统来进行研究，主要探讨用什么方法使人适应机器的特点，以及使机器更好地适应人的心理生理特点。通过这些研究，从而达到人机之间相互适应、更好地发挥机器的性能、提高劳动生产率的目的。这是工程心理学研究的范畴。人对人的管理涉及人和人的关系，从系统论的观点看，我们将人和人当作一个系统，即“人—人”系统来进行研究，主要探讨用什么方法可以最大限度地调动人的积极性和创造性。这就是管理心理学所要研究的范畴。

具体地说，管理心理学研究的主要内容有以下三个方面：①个体心理。主要研究个体的心理活动规律、需要、动机与态度、员工的心理健康、激励理论等等，目的是为了更好地调动、激发员工的工作积极性。②群体心理。主要研究正式群体和非正式群体、群体的内聚力、群体中的人际关系和信息沟通、士气与群体意识等等，目的是为了更好地解决组织中的协调交流、团结合作的问题。③组织心理。主要研究组织结构、组织环境、组织变革以及各种不同的领导方式及其效果、领导者的选择与训练、影响领导效果的因素等等，目的是为了使组织自身能更好地适应组织任务和组织使命的要求，以利组织目标的实现和维护组织的生存和发展。

管理心理学的任务有两个，即提高企业的工作效益、劳动生产率和对劳动者进行管理教育。其中主要的任务是研究管理工作中个体、群体、组织的心理活动规律，从而制定出管理个体、群体、组织的科学的管理方针政策和方法，同时极大地促进领导者管理水平和领导艺术的提高，在此基础上就能提高职工的工作效益和企业的劳动生产率。

shehui xinlixue

【社会心理学】 研究特定社会生活条件下个体心理活动发生、发展及其变化的规律。社会是由单个的个体所组成的，社会中的每个个体一方面受该社会的影响，另一方面，个体又对这个社会发生着作用。社会心理学既研究个体心理活动如何在特定的社会生活条件下受其他人或团体的影响，同时也研究个体心理活动如何影响社会中的其他人或团体。这个定义强调：①社会心理学着重探讨社会与个体的相互作用。

作为个体的人总是处于与社会团体或他人的交往之中，通过相互交往建立一定的人际关系，形成某种个性特征，产生形形色色的社会心理现象，这就是社会心理学所要研究的对象，也是正确理解和把握社会心理的实质的出发点。②社会心理学着重探讨社会情境。它最关心个体所处的社会情境。所谓社会情境乃是与个体直接相关联的社会环境，它包含着个体与社会环境的相互作用，是与个体心理相关的全部社会事实的组织状态。社会心理学十分重视个体与社会环境之间的关系。

ganjue
【感觉】 客观刺激物作用于感觉器官，经过大脑神经系统的信息加工所产生的对该刺激物个别属性的反映。感觉作为认识过程的初级阶段，它为知觉和其他复杂认识过程提供了最基本的原始材料。通过感觉，人们从外界获得信息。这些信息在感觉系统的不同水平上经过加工，并与已经存储的信息进行对照，得到补充，从而产生了对外界事物基本属性的反映。因此，在人们认识世界的过程中，感觉担负着对复杂事物的简单要素进行分析的任务。

感觉信息的神经加工包括三个主要环节：第一个环节是对感受器的刺激过程。对每一感受器来说，都有其相应的适宜刺激，即对该感受器能感受敏感的那种能量刺激，如耳朵的适宜刺激是声，眼睛的适宜刺激是光。由刺激引起感受器产生相应变化的整个过程叫刺激过程。感觉信息加工的第二个环节是传入神经的活动，它把神经冲动以电编码和化学编码的形式传递到中枢。感觉信息加工的最后环节是大脑皮质的活动从而产生感觉。

感觉的种类可依其信息的来源分为外部感觉和内部感觉两大类。外部感觉接受机体外的刺激，反映外界事物的个别属性，包括视觉、听觉、嗅觉、味觉、皮肤感觉。内部感觉接受机体的刺激，反映身体的位置、运动和内脏器官的不同状态，包括肌体运动感觉、平衡感觉、内脏感觉等。

ganjue yuxian
【感觉阈限】 在心理物理学中，感觉阈限指感官所能感知的刺激强度和两个刺激间差异的极限，因此阈限包含了绝对感觉阈限和差别感觉阈限两个含义。所谓绝对感觉阈限就是刚刚能引起感觉的最小刺激强度，差别感觉阈限则是刚刚能引起差别感觉的刺激间的最小差别量。

感觉阈限问题的产生是由刺激系列和反应系列的差异引起的。在我们所处的自然和社会环境中，各种物理刺激作用于感官产生了感觉；这些物理刺激发生变化，会引起相应的感觉变化。例如，一定强度的声波作用于耳产生听觉，声波频率的变化会引起音高的变化，声波振幅的变化会引起响度的变化。各种不同的物理量按某一维度排成一个系列叫做刺激系列；由这个刺激系列引起一系列大小不同的感觉就叫做反应系列。反应系列并不等同于刺激系列，刺激系列可以从零开始一直延伸到无限大，而反应系列则比刺激系列短得多。这是因为有些刺激太弱不能引起感觉，而有些刺激太强，相应的感官不能接受。例如，声波的振幅如果很小，人的耳朵就听不见，振幅若超过一定的限度，也不能引起听觉，只能产生压觉或痛觉。同样，在很暗的光照下，人的目力相当有限，但极强的闪光，也会把人的眼睛蒙住，看不见物体。因此，人所能感觉到的物理刺激只占整个刺激系列的一小段，刺激强度太小或太高都不能引起感觉；两个不同的刺激如果太接近，超出了感官能够辨别的极限，也不能觉察两者的差异。那么，对于一个特定感觉的刺激来说，哪段范围是能够引起感觉的适宜刺激呢？两个不同刺激间的差异要达到多大才能被人的感官觉察呢？这就是感觉阈限所涉及的问题。

jiyi
【记忆】 对于记忆，可以通过不同的角度进行分类。根据记忆的内容，可以把记忆分为形象记忆、语词记忆、情绪记忆和动作记忆。形象记忆是以感知过的事物的形象为内容的记忆，它所保持的是事物的具体形象。语词记忆是以概念、判断、推理等为形式，对事物的关系以及事物本身的意义和性质等内容的记忆。情绪记忆是以个体体验过的情绪或情感为内容的记忆。运动记忆是以过去经历过的运动状态或动作形象为内容的记忆。记忆从内容上的这种分类，只是为了研究的方便。实际上，在日常生活中，上述四种记忆是互相联系、密不可分的。

根据记忆中信息的贮存时间的长短不同，可以把记忆分为感觉记忆（瞬时记忆）、短时记忆和长时记忆。感觉记忆的保持时间最短。外界信息通过感官首先进入感觉记忆，在这里，信息被登记。进入感觉记忆的信息完全按照输入信息的原样加以记录。被记录的信息保持时间极短，一般不超过2 s。但是，一些受到注意的信息却得以保持下来，进入短时记忆。短时记忆中的信息可以保持得长久些，但最长也不超过1 min。短时记忆就其功能来说是操作性的，它主要对来自感觉记忆和长时记忆的信息进行有意识的加工，故又称做工作记忆。短时记忆的容量也很有限，为7 ±2 个项目（或组块）。短时记忆是通过复述来保持信息的，并且通过复述的作用把信息转入长时记忆。短时记忆中的信息编码大量的是言语听觉编码，少量的是视觉或语义编码。长时记忆指的是保持时间超过1 min的记忆，其中有的信息常常可以保持多年甚至终生。它的信息主要来自短时记忆阶段加以复述的内

容,也有由于印象深刻一次性直接进入长时记忆的。长时记忆的容量可以说是无限的。

在生产过程中记忆的内容,是操作者对生产运转过程情况掌握的再现和指导行为的知识库。生产任务、操作知识、安全规则等储存在人的长时记忆中,而对生产过程中各种情况的反映、人—机交流中的信息等则储存在操作者的短时记忆中。

siwei
【思维】 即脑对客观事物的间接的、概括的和再加工的反映。思维是借助知识经验用以揭示事物本质特征及内部规律的理性认识活动。思维获得有以下特点:

1. 概括性

思维的特征首先是具有概括性。这是思维最显著的特性,思维之所以能揭示事物的本质和内在规律性的关系,主要来自抽象和概括的过程,即思维是概括的反映。思维是在人的实践活动中,在感知和知识经验的基础上,进行的人的理性认识过程。人的认识活动是从知觉进到表象的。表象是感知的内化,表象的抽象概括就形成思维。思维活动形成了一定的知识体系,知识的贮存与思维关系非常密切。没有知识经验就不会有人类的思维活动,也解决不了思维问题。

概括性在思维活动中起着非常重要的作用。首先,抽象和概括是人们形成或掌握概念——思维细胞的直接前提。概念是事物的本质属性在人脑中的反映。事物概念,就是对一类事物加以分析、综合、比较,从中抽象出共同的、本质的属性或特征,然后把它们概括起来。其次,概括是思维活动的速度、灵活迁移程度、广度和深度、创造程度等智力品质的基础。第三,概括是一切科学研究的出发点。任何科学研究的目的都在于概括出研究所获得的东西。

2. 间接性

即思维凭借知识经验对客观事物进行的间接的反映。首先,思维凭借着知识经验,能对没有直接作用于感觉器官的事物及其属性或联系加以反映。例如,有经验的司机在发觉车子的异常声响时,就能判断是汽车的哪一部位发生的问题。其次,思维凭借着知识经验,能对根本不能直接感知的事物及其属性进行反映。也就是说,思维继续和发展着感知和记忆表象的认识功能,但已远远超出了它们的界限。思维的间接性使人能够揭示不能感知的事物的本质和内在规律。第三,思维凭借着知识经验,能在对现实事物认识的基础上进行蔓延式的无止境的扩展。假设、想像和理想,都是通过这种思维的间接性作为基础的。假如,制定计划,预计未来,就是这方面的表现形式。思维的这种间接性,使思维能够反作用于实践,指导实践。

3. 逻辑性

这一特征反映出思维是一种抽象的理论认识,表明思维过程有一定的形式、方法,并按着一定的规律进行。人脑在实践中,抓住了事物的本质、事物的全体、事物的内部联系,产生概念。概念是事物的本质属性在人脑中的反映,它是在抽象概括的基础上形成的,是用词来标志的。概念是思维的"细胞"。因此,概念的研究是思维研究的焦点和基础。概念的形成条件和基础是社会实践。大量丰富的感性经验产生于实践,推动人的认识活动深化,产生了概念。概念产生之后并不是一成不变的,随着社会发展和科学进步,概念的内涵和外延也会发生很大的变化。随着新物质的发现,许多新概念产生,过时的概念被淘汰。在概念的基础上进一步构成判断和推理。判断是对于思维对象有所肯定或否定的思维形式,是量变质变、否定之否定的思维规律。

zhuyi
【注意】 即心理活动对一定事物的指向和集中。指向是指从众多的事物中选择出人要反映的对象;集中是指在选择对象的同时,对别的事物的影响力予以抑制而不予理会,以保证对所选择的对象有鲜明清晰的反映。指向性和集中性能使一个人清晰地反映某些事物,而离开与该事物无关的其他一些事物。即当一个人在注意时,不可能同时注意周围一切对象,只能注意其中的少数对象,指向和集中在这些对象上面。这样,注意到的对象就比较清晰,至于同时存在的其他对象,因为没有被注意到,就比较模糊。前者成为注意的中心,后者成为注意的边缘。注意本身不是一种独立的心理过程,它既与认识过程如感知、记忆、思维、想像等难以分开,又与情感、意志等相关联。

1. 注意的类型

注意按其种类可分为无意注意和有意注意两种。无意注意是没有预定的目的任务,也不需要什么意志努力,自然而然发生的注意。有意注意是有预定的目的任务,必要时要付出意志努力的注意。引起无意注意的原因可以分为两类:一是客观刺激物本身的特点;一是人的内部的潜意识的指向。刺激物的特点包括:①刺激物的强度。如强烈的光线、巨大的声响、浓郁的气味、鲜艳夺目的色彩等都容易引起无意注意;②刺激物之间的对比关系。例如,许多断续而短促的声音中的一个长音、异常的机器设备的运转声音、突然变化的原材料或成品的某些属性,都容易引起人们的注意;③刺激物的新异性。例如,产品、原材料或设备的改型,操作界面的更新、信号的变化等。人的内部状态包括:①需要和兴趣。人们对自己需要和感兴趣的信息就特别容易引起注意;②已有的知识经验。一个新异事物的出现,能否成为注意对象,要视它和人们已有知识经验的联系程度而定。对一件事物如果我们完全陌生,

则很难引起我们对它的注意;③精神状态。人在疲劳状态下,注意力很难集中,常常不能觉察到在精神旺盛时很容易引起注意的事物。

2. 注意的引起

引起有意注意的原因概括地说有三个:①间接兴趣。例如,有些知识或技能的掌握对操作者来说不都是直接感兴趣的,但这些东西又是他们必须掌握的。②理解和愿望。有意注意是服从于任务活动的注意,任务越重要,对任务的意义理解得越深刻,完成任务的愿望越强烈,越能引起有意注意。③意志作用。有意注意在必要时需要意志参加,这样即使在有干扰的情况下,也能产生和保持有意注意。

3. 注意的保持

注意是保证生产过程中安全性的重要前提。在生产过程中良好的注意保持涉及四个方面:①注意的稳定性。注意的稳定性是指在一定事物上注意集中所能持续的时间。它是注意在时间上的特征。稳定性的标志是用人们在某一段时间内所从事工作的范围和准确数来加以表示的。影响注意稳定性的因素主要有:人们所从事的活动的性质与内容,对所注意的客体的态度,对于某种对象或活动的兴趣程度等。注意的稳定性程度随着注意客体复杂性的增加而提高。然而这种复杂性应当是适当的,否则就会迅速地出现疲劳和注意力的减弱。②注意的范围。人们在同一时间内能够感知到的对象数量称为注意的范围。注意的范围与人的经验有密切关系,人们越熟悉的东西,注意的范围就越大。③注意的分配。指在同一时间内注意分配到两种或几种不同的动作上。一位操作机械的个人,往往不仅控制运动着的物体,同时还要观察仪表上的显示,注视着周围环境的变化,并调节和控制操作过程,这种现象就是注意的分配。注意分配的条件主要有两个方面:一是注意分配的能力。有些人善于分配注意,能够轻快地同时做两件事。有些人却不善于分配注意。二是活动的熟练方面。要同时从事两种或两种以上的活动,其中必须有一种是很熟练的习惯化了的,这样他们才能把大部分注意集中到比较生疏的活动上去,把少部分注意分配到熟练的活动上去。假如这两种活动都是生疏的,都需要高度的注意,结果必然会顾此失彼,不能很好地进行。④注意的转移。指有目的地、及时地把注意从一个对象转移至另一个对象。在许多现代职业中,人总是和活动客体不断发生的突然变化打着交道。这些职业对注意的转移提出了各种高度的要求,例如飞行员、火车司机、汽车司机对于突然的刺激必须作出迅速的反应,因此就得养成高度的机动性。对于从事脑力劳动的人来说,注意的合理转移是劳动卫生的要求,也是维持工作能力必要水平的重要条件之一。

anquan xuyao

【安全需要】 即个人和群体对其生存与发展条件所表现出来的依赖状态,是个体和社会的客观需求在人脑中的反映,是个人的心理活动与行为的基本动力。

人是自然实体和社会实体的统一。人为了其自身的存在和发展,必须依赖空气、食物、阳光、水等自然条件,否则无法生存。人作为一个社会的成员,个性的形成与发展必须依赖诸如交往、群体等社会条件,否则人的个性就不能形成与发展。因此,人的需要,是客观要求作用于主体时人所体验到的一种心理状态。这种状态有时是被明显地意识到的,称为愿望,有时不太明显,称为意向。需要通常以一种"缺乏感"体验着,以意向、愿望的形式表现出来,最终导致推动人进行活动的动机。

人的需要多种多样,非常复杂。从总的方面可分为机体需要(生理性需要)和社会性需要。机体需要是维持个体生存和种族延续所需求的事物的反映,人的机体需要虽然就其起源来说来自本能,但已经具有社会历史的性质,即人的需要是受社会历史条件所制约的。社会性需要是起源于社会生活的、人所特有的高级需要,是维持社会发展所需求的事物的反映。它表现了人的活动对文化成果的依赖性。如生产劳动的需要、文化生活的需要、受教育的需要等等。社会性需要是受社会制度、历史、时代、民族、阶级、习俗以及个人所属的群体的特点所制约的。每个人由于所处的社会背景、所属的群体不同,因此,社会性需要有着显著的个体差异,随着人的文化素养、兴趣、理想、信念乃至世界观的不同而具有不同的水平。人的社会性需要是动物所没有的。必须指出的是,人没有纯生物性的需要,人的一切需要都具有社会的性质,都打上了社会的烙印。

安全的需要、有保障的需要,是操作者在生产过程中保护自身、免受他人或机械物理伤害的需求的反映。安全需要可以说是一种机体需要,是人类与生俱来的需要,但作为属于某一群体或组织的个体,他的安全需要同时也起源于这一群体或组织的共同目标,也就打上了社会性需要的烙印。

需要是个性积极性的内在源泉,它在人的心理生活中有极其重要的作用。首先,需要对人的情绪影响很大。根据需要是否得到满足以及满足需要的方式与手段的异同,人会产生不同的情绪体验。需要也同样推动着意志的发展。人为了满足需要,有时要付出巨大的意志努力,克服各种意想不到的困难,从而使意志在满足需要的过程中不断得到锻炼。需要对人的认识与活动也有重要影响。为了满足需要,人常常要对各种事物加以观察,探求各种新的方法与手段,从而去解

决某些理论和实践的问题。因此,了解职工的安全需要,或者通过教育、培训等手段提高职工的安全需要,就能增强企业安全工作中的个体动力。

qingxu

【情绪】 情绪的字面含义是指一种被激起的状态。心理学家认为任何情绪都含有以下三个成分:主观体验、生理唤起、表情行为。主观体验是主体对自身情绪状态的感知,通常可以用各种语词加以描述,如害怕、生气、快乐、悲伤。情绪的生理成分包括所有的身体变化。由于情绪体验需要有神经系统、内分泌系统的参与,所以情绪活动常常伴随有对内部脏器,如心脏、肺的活动的感受。表情行为包括各种情绪体验在身体姿势、面部表情上的外在表露。

情绪的实质,是人们对客观事物的态度的表象反映。

anquan dongji

【安全动机】 即推动和维持人的活动的心理动因。一个人的动机,总是同他满足自己的需要紧密相关的。从这个意义上说,动机是需要的具体表现。但是,并不是任何需要都能成为动机,只有当需要被引发起来,并指向某一目标,进而坚持追求这一目标时,才能形成动机,使之成为活动的动因。因此,动机这一概念具有三层含义:第一是活动性。一个人由于需要产生某种活动倾向,这种倾向的出现对他的行为具有推动作用,表现为行为的发生和加强。第二是选择性。一个人的行为被推动之后,其活动总是指向一定的目标,相应地忽视其他方面,从而表现出明显的选择性;第三是坚持性。为了达到这一目标,一个人必须将其行为维持一段时间,从而表现为坚持追求的愿望和态度。

从上述的概念解释中我们可以发现,动机的产生取决于两个必要条件:一是个体的需要,又可以称作内驱力;二是行为的目标,又可以称作诱因。因此,动机是以作为内因的内驱力和作为外因的诱因为必要条件而存在的。当一个人的需要未得到满足时,他自身的平衡状态便受到破坏,造成生理或心理上的压力或紧张。为了解除这些压力或紧张,他便产生某种内部力量,使自己从生理或心理上提高对能满足需要的刺激的反应能力。这种内部力量就称之为内驱力。内驱力可以分为生理性和社会性两类。生理性的内驱力是先天具有的,社会性内驱力是在生理性内驱力的基础上发展起来的,是后天获得的。人有安全的需要,有免受他人或机械物理伤害的需要,也就获得了保障自身安全的内驱力。

诱因是指激起动机的外部因素,包括能满足一个人内在需要的客体、情境和事件。由于诱因是引发动机的目的物,所以它具有诱发或激起指向目标的行为的作用。诱因可以是眼前能立即得到的东西,也可以是长远的经过一段时间才能得到的东西。安全管理制度特别是其中的奖惩制度、以往事故的教训、可以设想的事故后果等是安全行为的主要诱因。在现实生活中,人的动机常常取决于内驱力和诱因的相互作用。

weixianxing ganshou

【危险性感受】 事故的发生是由多种因素综合作用而导致的结果,而对事故潜在因素的认知,以及在事故发生的一刹那或事故发生的险情处理过程中,人对危险性的感受及基于这一感受的应激行为是至关重要的。在对许多人的安全行为模式研究中,研究这一情景下的人的行为的危险性感受理论近来受到人们的重视。

"初生牛犊不怕虎"原意形容小牛犊不知老虎为何物,也就不知道老虎的厉害,敢于在老虎面前搔首弄姿,寻衅挑事。但这一成语很确切地阐述了一个概念,即个体采取的行为,取决于个体在对客观事物认识基础上所掌握的内在标准。人的安全行为,也是基于对危险的认识而采取的行动。危险性虽然可以用各种数据、文字来表述,但最终起作用的是个体对这些表述的感受,个体对危险所采取的态度,这一感受和理解决定了他的行为准则。

危险性感受这一概念出现于20世纪70年代,最早用于对机动车驾驶员安全行为分析的研究,狭义的危险性概念是指个体对外部环境的危险性所掌握的标准,即对外部环境内在的、潜在的危险性的主观认知和评价,广义的还包括个体的行为准则,即在主观认知和评价基础上可能采取的行动。

近来,研究者们将早期的感知模型和认知模型结合在一起,认为人类的行为取决于信息的获得和信息的处理加工的两种水平,并在此基础上从认知心理学、系统论的角度,提出了危险性感受认知理论,着重研究人类感受危险的内在标准及其作出反应的基础。

该理论认为人们在进行客观危险估计时,有以下4个特点:

1. 客观的危险性因素往往须经内在的标准衡量后才体现出一定的危险程度;

2. 内在的危险性标准取决于个人的教育和经验;

3. 对危险的处理,在主观意识上一般人认为自己比别人更熟练和更安全;

4. 但个体对第3条中所指的处理行为往往是模糊的。

xingge

【性格】 性格是人的个性的重要组成部分,表现在人对现实的态度和行为方式中的比较稳定的起核心作用的个性心理特征。性格有以下特点:

1. 性格是稳定的,又有一定可塑性。一个人对周

围现实总有一定的态度,并以一定的行为方式表现出来。性格的形成是高级神经活动类型的特点和后天生活环境影响共同作用、建立起暂时神经联系系统的结果。由于社会生活的相对稳定性和系统性,决定暂时神经联系系统的相对稳定性和系统性。因此对现实的态度和行为方式在生活经验中巩固下来,并在一定场合中自然而然地流露。性格虽有稳定性,但也不是一成不变的。随着所处的生活环境和个人地位、作用的变化以及个人对自己要求的不同,性格就会发生变化。

2. 性格是具有核心意义的、独特的、带有本质属性的个性心理特征。性格的独特性是指由于人的具体生活道路不同,每个人的性格会有不同的特征。某种性格特征总是为某个人所特有,世界上没有性格完全相同的两个人。本质属性是指稳定的、代表个体基本倾向的性格特征,那些情境性、偶然性的态度和行为不能代表一个人的性格特征。性格的核心意义是指对现实的态度和行为是与世界观、人生观紧密相连,因此,性格对个性的其他方面,如气质的培养和改造,能力的发展和发挥,以及兴趣、动机、需要都起制约作用。

3. 个体性格是各种性格特征的统一体。性格由相互作用、相互联系、相互制约的四个方面的特征构成:①对现实的态度的性格特征。表现为处理各种社会关系方面的性格特征,它反映了人的处世原则、对事态度,包括对社会、集体、他人;对劳动、工作、学习;对生活、对自己的态度等。这是性格的核心。②性格的意志特征。指人调节自己行为方式的品质和水平方面的特点,即在自觉性、果断性、自制力、坚韧性方面的特点。③性格的情绪特征。指个人经常表现的情绪活动的强度、稳定性、持久性和主导心境的特征。④性格的理智特征。表现在个人的感知、记忆、思维、想像等认识方面的特征。性格是以上各特征的综合体。由于不少性格特征均有积极消极之分,所以性格也有好坏之别。个体性格是以上特征的有机统一体,评价个体性格需全面综合考虑,具体分析个体各性格特征的积极、消极之处 ,找出具有主导意义的特征。

qizhi

【气质】 即指一个人在他的心理活动和外部动作中所表现的某些关于强度、灵活性、稳定性和敏捷性等等方面的心理特征的综合。气质更清楚地表现在情绪和情感的发生速度、向外表现的强度以及动作的速度和稳定性等方面。气质较多地受个体生理组织特点的制约,很早就显露在儿童的游戏和活动中,它比其他的心理特点更具有天然与稳定的性质,虽然它在环境和教育的影响下可以改变,但却相当缓慢。气质是一个十分古老的概念,古希腊的医生希波克拉特是气质学说的创始人。早在公元前 5 世纪,希波克拉特就观察到人们的这种典型的心理特征,并依据体液的不同比例,划分了气质的类型。

希波克拉特认为,人体内有四种体液,血液、黏液、黄胆汁、黑胆汁。人们体内四种体液所占的比例各不相同,构成了气质的四种类型。体液比例中血液占优势为多血质,黄胆汁占优势为胆汁质,黏液占优势为黏液质,黑胆汁占优势为抑郁质。他所划分的气质类型至今为人们所引用,但按体液划分气质的理论并不科学。后来,生理学家和心理学家们又提出过许多其他理论,其中以巴甫洛夫的高级神经活动类型的学说对气质自然基础的解释最为正确和完整。

气质是复杂的心理结构。它由许多心理活动特征交错综合一起组成。究竟由哪些心理活动特征所组成,就目前心理学发展现状还不能提出完整答案。但以下一些心理活动特征与人类的气质有关。

第一,感受性。即人对外界刺激的感觉能力。人们的感觉能力存在个别差异,有的人感觉能力大,有的人感觉能力小。一个人感受性的大小,可以依据他的感觉能力与刺激强度的关系来判断。第二,耐受性。这是指人在经受外界刺激作用时表现在时间和强度上的耐受程度。在实验中采用所谓"随强化而消退"的方法,即多次对已形成的条件反射给予强化。具有耐受性的人,即强性神经系统的人随着强化次数的增加,条件反射并不消退,而是有所增加。耐受性差的人,即弱性神经系统的人则在同样情况下出现条件反射的消退。第三,反应的敏捷性。可分为两类:一为不随意的反应性,如不随意注意的指向性和不随意运动反应的指向性等;另一类指心理反应和心理过程进行的速度,如说话的速度,记忆的速度,思考的敏捷程度,注意转移的灵活程度,一般动作的灵活、迅速程度等。第四,行为的可塑性。这是指人依据外界事物变化情况而改变自己适应性行为的可塑程度。如主体对环境变化顺应的难易,情绪是否愉快,采取行动是否果断、是简捷还是迟缓。第五,情绪兴奋性。它包括情绪兴奋性强弱和情绪向外表现的强烈程度两方面。情绪兴奋性既和神经过程的强度特性有关,也是神经过程平衡性的表现。有的人情绪兴奋性很强,而情绪抑制力却很弱。这就不只是神经过程强的表现,而且明显地表现了兴奋和抑制不平衡的特点。第六,外倾性与内倾性。外倾的人动作反应、言语反应、情绪反应倾向于外。内倾的人的表现则相反。据研究表明:外倾性与内倾性二种特点与神经系统功能强度有关。外倾性的人的神经系统抑制活动强于兴奋,大脑皮层的觉醒水平低,因而他们需要从外界环境寻求更多的刺激,以至表现出外倾的特点。内倾者的神经系统兴奋活动强于抑制,大脑皮层的觉醒水平较高,为了降低觉醒水平,他们尽量减少或避免外界的影响,从而表现出内倾的特点。

xingqu

【兴趣】 即人们力求认识某种事物和从事某项活动的意识倾向。表现为人们对某种事物、某项活动的选择性态度和积极的情绪反应。人的兴趣不是生来就有的,它是在一定需要的基础上,在社会实践过程中形成与发展起来的。基于精神需要(如对文化知识、文化娱乐等的需要)和物质需要(如对衣、食、住、行等的需要)的兴趣,会推动人们热心于接触、观察这些事物,积极从事这些活动,并注意探索其奥秘。人们的兴趣不仅在需要的基础上产生,而且也在需要的基础上发展。随着社会的进步和发展,人们在满足各种需要的基础上又会产生新的需要,这就使兴趣也得到丰富和提高。兴趣与认识和情绪相联系。若对某种事物或某项活动没有认识,也就不会对它有情感,因而不会对它有兴趣。认识越深刻,情感越炽烈,兴趣也就会越浓厚。

兴趣在人的实践活动中具有重要的意义。兴趣可以使人集中注意,产生愉快、紧张的心理状态。这对人的认识和活动具有积极的影响,有利于提高工作的质量和效果。

兴趣有四种品质,即兴趣的倾向性、兴趣的广度、兴趣的稳定性和兴趣的效能。每个人具有不同的兴趣品质,从而表现出个体差异。①兴趣的倾向性,是指兴趣对着什么内容而发生的,它是形成其他兴趣品质的前提。兴趣是以需要为基础的,但人的需要是多种多样的,因此人们兴趣的指向内容也是多种多样的。有的是针对物质方面的,有的是针对精神方面的。②兴趣的广度,是指兴趣的广阔程度,它说明个人兴趣结构范围的大小。人与人之间兴趣广度方面的差异是比较明显的。具有广泛兴趣的人,经常注意多方面的新问题,并且乐于去钻研它。兴趣狭窄的人,把自己限于狭小圈子之内,不但影响他们个性的全面发展,也影响他的生活内容的丰富性。广泛的兴趣应该在正确倾向指导下,与中心兴趣结合起来。兴趣广泛却都很肤浅的人很难取得重大成就;但兴趣深刻却狭窄的人,其个性也难以得到全面发展;处在广泛兴趣背景上的中心兴趣是比较理想的兴趣品质。③兴趣的稳定性,是指兴趣长时间地保持在某一对象或某些对象上。有持久而稳定的兴趣,才能推动人深入钻研问题,才能经受艰苦的环境考验,才能进行富有创造性的劳动,从而获得系统的科学知识,取得良好的工作成绩。有的人兴趣缺乏持久性,朝三暮四,见异思迁,这是不良的兴趣品质。④兴趣的效能,是指一个人的兴趣对活动所产生效果的大小。兴趣的效能可以区分为积极的和消极的两种。消极的兴趣,只是使人"心向往之"而已,在活动中不能产生实际效果。积极的兴趣是有效的兴趣,在活动中能够产生实际效果。具有高效能的兴趣,对掌握知识、促进个性发展都有重要意义。

zhili yu nengli

【智力与能力】 又称智能或智慧,指人们在获得知识和运用知识解决实际问题时所必备的心理条件或特征。智力的研究发端于个体差异的研究。这种个体差异表现为个体之间在智力方面的差异,以及个体的智力在不同时期之间的差异。

智力是人们进行认知性活动所必需的心理条件的总和,亦是一种一般的能力。能力是一种心理特征。但是,不能认为人们在活动中表现出来的所有心理特征都是能力。能力是指直接影响活动效率,使活动顺利完成的个性心理特征。有些心理特征,例如活泼、沉静、运动速度、情绪稳定性等,虽然对于活动的顺利进行也有一定的影响,但它们不是顺利完成有关活动所必不可少的条件,所以不能把它们称作能力。而像音乐的节奏感和曲调感对于从事音乐活动是必不可少的;色彩的鉴别、线条比例、形象记忆对于画家具有重要意义;观察的精确性、思维的敏捷性、反应的灵活性则是完成许多活动所不可或缺的条件。缺乏这些心理特征,就会影响活动的效率,使这些活动不能顺利进行,因此可以把这一类心理特征称作能力。

人的能力可以分为特殊能力和一般能力两大类。特殊能力是指在特殊活动领域内发生作用的能力;一般能力包括观察力、注意力、记忆力、思考力、想像力等,它们适用于广泛的活动范畴,也就是这里所说的智力。特殊能力和一般能力并不是割裂的,而是有机地联系着的。在各种活动中发展特殊能力的同时,会促使一般能力的发展,而一般能力的发展,也为特殊能力的发展创造了有利的条件。

zhiye nengli qingxiangxing

【职业能力倾向性】 兴趣是人们力求认识某种事物和从事某项活动的意识倾向,但在职业活动范围内,人们对从事某项职业活动的意识倾向,结合他胜任这项职业活动的能力特征,称之为职业能力倾向性。

因此,职业能力倾向性包括两个方面,一是个体基于对社会各种活动和职业范围的了解,并根据自己的潜在需要而产生的职业活动的意识倾向;二是他是否具备从事这些职业活动的能力倾向。

在保障生产安全的系统过程中,人与任务或职业之间的匹配是重要的前提之一。个体对他所从事的活动或职业感兴趣,他的注意力就更为集中,在事业的活动过程中就更具有主观能动性和创造性。而这些主观能动性和创造性又以他较为胜任的能力特征作保障。

三、安 全 工 程

(一)机 械 安 全

jixie anquan

【机械安全】 机械安全是机械生产过程中的一种安全状态,是免除由于机械致因引起个人伤害、疾病或死亡的状态;或者是免除机械损坏或者损失的状态。

机械设备的优点 机械设备是现代化生活中各行各业不可缺少的生产设备。不仅在工业生产中要用到各种机械设备,其他行业也在不同程度上用到各种机械设备,如炊事机械、农用机械、林业机械、渔业机械、建筑机械等等。所谓"机械",就是机器、机构的泛称,是指任何类型和大小的"技术实体",即包括工具、旋转机械和静止设备。它既包括单独一台设备也包括某一设备的其中某一部分,如电子计算机的机械部分。在生产的人机环境中,机械与人相比,具有劳动生产率高,能量大,误差小,灵敏度好,可靠性、耐用性和适应性强等优点。

机械设备的危险因素 机械的构造不同,它所带来的危险性也不同。为了预防机械事故,必须首先了解机械设备本身存在的危险因素,一般包括:

1. 静止状态的危险因素。指设备处于静止状态时存在的危险。当人接触或与静止设备做相对运动时可引起的危险。包括:

(1)切削刀具的刀刃;

(2)机械设备凸出的较长的机械部分,如设备表面的螺栓、吊钩、手柄等;

(3)毛坯、工具、设备边缘锋利飞边和粗糙表面,如未打磨的毛刺、锐角、翘起的铭牌等;

(4)引起滑跌、坠落的工作平台,尤其是平台有水或油时更为危险。

2. 直线运动的危险因素。指做直线运动的机械所引起的危险,可分为接近式危险和经过式危险。

(1)接近式危险 当人处在机械直线运动的正前方而未躲让时,将受到运动机械的撞击或挤压,如由于躲让不及,受到做直线运动的牛头刨床滑枕的撞击。

(2)经过式危险 指人体经过运动的部件引起的危险。包括:①单纯做直线运动的部位,如运转中的带链、冲模;②做直线运动的凸起部分,如运动时的金属接头;③运动部位和静止部分的组合,如压力机的滑块与模具;④做直线运动的刃具,如刨床的刨刀、带锯床的带锯。

3. 旋转运动的危险因素。指人体或衣服卷进旋转机械部位引起的危险。包括:

(1)卷进单独旋转运动机械部件中的危险,如主轴、卡盘、磨削砂轮、铣刀、锯片等加工刃具;

(2)卷进旋转运动中两个机械部件间的危险,如朝相反方向旋转的两个轧辊之间、相互啮合的齿轮;

(3)卷进旋转机械部件与固定构件间的危险,如砂轮与砂轮支架之间、旋转蜗杆与壳体之间;

(4)卷进旋转机械部件与直线运动部件间的危险,如带与带轮、齿条与齿轮、卷扬机绞筒等;

(5)旋转运动加工件打击或绞轧的危险,如伸出机床的细长加工件;

(6)旋转运动件上凸出物的打击,如转轴上的键、联轴器螺钉等;

(7)孔洞部分有些旋转零部件具有更大的危险性,如风扇、叶片、齿轮和飞轮等;

(8)旋转运动和直线运动引起的复合运动,如凸轮传动机构、连杆和曲轴。

4. 振动部件夹住的危险,如机械的一些振动部件的振动引起被振动部件夹住的危险。

5. 飞出物击伤的危险,如被锻造加工中飞出的工件、机械加工中未夹紧的刀具飞出击伤的危险。

机械事故的原因 机械都是人设计、制造、安装的,在使用中是由人操作、维护和管理的,因此造成机械事故最根本的原因可以追溯到人。造成机械事故的原因可分为直接原因和间接原因。

1. 直接原因

(1)机械的不安全状态 如防护、保险、信号装置缺乏或有缺陷;设备、设施、工具、附件有缺陷;个人防护用品、用具缺少或有缺陷;生产场地环境(包括照明、通风)不良或作业场所狭窄、杂乱;操作工序设计或配置不安全,交叉作业过多;交通线路的配置不安全;地面有油、液体或其他易滑物;物品堆放过高、不稳。

(2)操作者的不安全行为 如忽视安全、操作错

误(包括未经许可开动、关停、移动机器,按错按钮,转错阀门、扳手、手柄的方向);拆除安全装置或调整错误造成安全装置失效;用手代替工具操作或用手拿工件进行机械加工;使用无安全装置的设备或工具;机械运转时加油、修理;攀、坐不安全位置(如平台护栏、吊车吊钩等);未戴各种个人防护用品、用具,进入必须使用个人防护用品、用具的作业场所;穿不安全装束(如操纵带有旋转零部件的设备时戴手套,穿高跟鞋、拖鞋进入车间等);无意或排除故障而走近危险部位。

2. 间接原因。几乎所有事故的间接原因都与人的错误有关,尽管与事故直接有关的操作人员并没有出错。间接原因包括:①设计、制造、安装或维修上的缺陷或错误;②领导对安全工作不重视,在组织管理方面存在缺陷;③教育培训不够,操作者业务素质差,缺乏安全知识和自我保护能力。

机械设备的安全技术措施 为预防机械事故,实现安全生产,必须采取安全技术措施。这种措施分为预防措施和保护措施两大类。前者是指防止发生事故或减少事故率所采取的措施;后者是在机械设备发生故障或事故时能减少和控制损失,降低事故严重率的措施。吸取国内外的事故教训,在制定安全技术措施时,应遵循下列原因:

1. 消除危险因素。通过合理的计划、设计和科学管理,尽可能从根本上消除危害因素,如采用自动化作业、遥控技术等。

2. 预防危险因素。当消除危险因素有困难时,可采取预防性技术措施。如用安全电压代替正常电压;规定并限制旋转机械的转速等。

3. 减弱危险因素。在无法消除危险因素并且难以预防的情况下,可采取减少危害的措施。

4. 隔离危险因素。在无法消除、预防、减弱的情况下,应将人员与危险因素隔开,如使用防护罩、防护屏等。当危险不可避免时,应终止其向外传播,特别防止与人接触。

5. 采用联锁装置。当操作者失误或设备运行一旦达到危险状态时,通过联锁装置,终止危险运行。这种本质安全措施,应广泛用于压力机安全装置等场合。

6. 采用警告和禁止装置。易发生故障或危险性的地方,应配置醒目的识别标志。必要时,采用声、光或声光组合的报警装置。最常用的安全标志是警告标志和禁止标志。与机械安全有关的警告标志有:注意安全、当心触电、当心机械伤人、当心扎脚、当心车辆、当心伤手、当心吊物、当心坠落、当心落物、当心弧光、当心激光、当心微波、当心滑跌、当心绊倒等。与机械安全有关的禁止标志有:禁止明火作业、禁止用水灭火、禁止启动、禁止合闸、修理时禁止转动、运转时禁止加油、禁止触摸、禁止通行、禁止攀登、禁止入内、禁止靠近、禁止堆放、禁止架梯、禁止抛物、禁止戴手套、禁止穿化纤服装、禁止穿带钉鞋等。

这些原则的顺序很重要,如果能消除危险性,就不必采取后面的措施。

zhuzao anquan

【铸造安全】 铸造生产属于热加工。所谓铸造,就是将熔化的金属浇注入特制的铸型里,而铸型的型腔与所要求的毛坯件形状相同。从铸型中取出已凝固的铸成物,即获得所要求的毛坯件(铸件)。铸造生产包括制作木模型、配砂、制芯、造型、合箱、炉料准备、金属熔化、浇注、落砂及清砂等工序(或作业)。

从劳动保护的角度分析,铸造生产有如下特点:

1. 手工劳动量较大,劳动条件差。以砂型铸造为例,工序较多,一个铸件要经过十几道工序才能生产出来,其中大部分要靠手工劳动来完成,所以手工劳动量较大并且劳动条件差。

2. 高温、粉尘及噪声危害严重。如冲天炉化铁、铁水浇注等都存在高温危害,操作不慎就有被铁水烫伤的可能。配砂、落砂及清砂等工序粉尘危害都很严重。造型机的强烈振动和风动工具的高频率撞击声等可构成严重的噪声危害。

3. 材料用量很大,易造成伤害事故。铸造生产每天要消耗大量的生铁、机铁、焦炭等多种材料,所以材料的运输量、破碎加工量和上料量都很大,再加上砂箱搬运场地狭窄、劳动繁杂忙乱而容易造成碰伤、砸伤等伤害事故。

4. 烟尘和有害气体污染严重。铸铁熔化过程中产生大量粉尘及一氧化碳等气体,而有色金属如铜、铝合金在用坩埚熔化过程中也产生大量粉尘和有害气体,所以劳动环境中的烟尘和有害气体污染严重。

由于铸造生产有上述特点,所以一直被人们认为是一种又脏又累的行业。铸造车间的工伤事故远较其他车间为多,据统计,要占机械制造厂厂内事故的40%左右。因此,需从各方面采取安全技术措施。

铸造车间的主要生产工段,在不影响生产与运输的条件下,尽可能做到相互隔离。易产生伤害事故的设备,必要时也应隔离,设栏杆和护网。车间地面要平坦、不打滑,必须设置安全通道并保证畅通。铸造车间通道尺寸见下表。

铸造车间通道尺寸

类　别	通道宽度(m)
非机动车	1.5
叉车、电瓶车	2.0
汽　车	3.5
手工造型人行道	0.8~1.5
机器造型人行道	1.5~2.0

luliao zhunbei anquan jishu
【炉料准备安全技术】 炉料准备包括金属块料(铸铁块料、废铁等)、焦炭及各种辅料(助熔剂等)。

金属块料准备 在炉料准备工作中,最容易发生事故的是破碎金属块料。多数块料可分别采用破碎机、剪切机将其变成符合需要的尺寸,但有些厚大的铸铁件一般要用落锤式砸铁机来破碎,这就需要采取一些特殊的安全技术措施。如落锤场地要足够大,有坚固的围墙,基础要坚固。落锤工作时要严禁车辆、人员停留在危险区内(一般为50 m范围内)。剪切机要设防护挡板,手工送料时要远离切口,防止受到伤害。清理块料时,要注意检查废铁中的空盒、空箱、铁管内是否残留有易燃、易爆物,以防炉料熔化时产生爆炸。

焦炭及辅料准备 这类物品虽然块小、料轻,在准备过程中无太大威胁,但在筛选、制备、运送中会造成尘土飞扬,危害人体健康。所以操作中要戴好防尘口罩或面罩,运送时应轻拿轻放,不可随意抛扔,防止粉尘弥漫。对袋装粉料倒空后,不要拍打、抖落,尽量防止或减少粉尘对作业场所的污染。

ronghua shebei anquan jishu
【熔化设备安全技术】 在铸造业中,铸铁所占比例最大,其次是铸钢。用于机器制造工厂的熔化设备,主要是冲天炉(化铁)和电弧炉(炼钢)。

冲天炉 竖式圆筒形化铁炉,由炉体、炉顶、送风系统(鼓风机、风管)及前炉等组成。其熔炼过程是:从炉顶加料口处加入焦炭、生铁、废钢铁和石灰石,高温炉气上升和金属炉料下降,伴随着底焦的燃烧,使金属炉料预热和熔化以及铁水过热,在炉气和炉渣及焦炭的作用下使铁水成分发生变化。冲天炉在熔炼过程中,除产生大量粉尘外,在排出的废气中,还含有大量CO和少量SO_2等有害气体,这些是铸造厂(车间)主要污染源之一。其安全技术要点如下:

1. 装料。向冲天炉填装各种炉料的任务是相当繁重的,因此,多数的冲天炉加料是利用各种形式的机械加料装置来完成的。由于炉温高、烟气大、料块重,所以发生各种严重事故的可能性较大。为此,在装料机械的上料路线附近应装设栅栏,严禁人员靠近,并要安装警铃、警灯,以便上料时提醒人们注意安全。

2. 风。装料完毕即可鼓风,但在鼓风前要打开1~2个风口,放出CO气体(防止爆炸),然后方可鼓风。

3. 熔化。在化铁过程中,炉内最高温度可达1 600~1 700 ℃左右。又因鼓风,使大量的高温火焰及火花从炉顶喷出,为防止引起火灾,应安装火花捕灭器。冲天炉周围,特别是出铁坑、出渣槽内要非常干燥,否则遇到铁液或炉渣时会飞溅伤人。在鼓风化铁时不要在风眼前走动,以免被吹出的火星烧伤。

4. 出渣、出铁。在熔化中途出渣时,应防止熔渣喷出伤人。用水冷却熔渣时,要防止被水蒸气烫伤。出渣、出铁时,操作人员不得站在出渣口或出铁口的正前方,以免烫伤。冲天炉出铁时,最好采用堵眼机堵塞出铁口或回转式前炉,以防堵塞出铁口时铁液喷溅伤人。采用回转式前炉就不需要堵塞冲天炉的出铁口,炉内熔炼出的铁液可随时流入前炉中储存,需要时转动前炉即可倒出铁液。由于前炉的出铁口位置高,正常位置时铁液流不出来,故不需要堵塞出铁口。

5. 打炉。打开炉底门之前先检查地面是否非常干燥,根据需要可垫上干砂,以防止剩余高温炉料落下时遇水或潮湿发生爆炸,炉料下落地面后要及时浇水冷却。如遇棚料时,可用铁棒撬落,但要注意防止烫伤。打炉是一项技术性强、危险性大的工作,需要有受过专门训练的人进行监护。

6. 修炉。修炉前应送风使炉膛温度降至50℃以下,方准维修人员进炉。维修人员穿戴好必要的劳保用品,炉内上方应加防护网板,或采用活动棚式安全装置,以免炉衬、砖块等落下伤人。应使用低压照明灯。修筑炉衬时不准用手涂抹,以免造成伤害。

电弧炉 电炉炼钢是在电炉内利用电能作为热源进行冶炼的,应用最多的是电弧炉(利用电能在电极与金属之间产生的电弧来加热金属的炉子),它可以全部使用冷料,也可以采用吹氧冶炼以缩短冶炼时间,节约电能。其所用原料主要有:碎铁、铁屑、废铁、铸铁和其他各种铁合金。作为造渣剂使用的物料有:石灰石、萤石、焦炭等。

电弧炉由炉顶、炉墙、炉底三部分组成,炉顶上有三个孔,用来向炉内插入三根电极(通常用石墨电极)。电极的升降由升降机构控制。电流经过导线和电极夹持器送到电极上,在电极和金属炉料间产生电弧。炉子下部装有使电炉倾斜的机构,以便出钢和出渣。电弧炉的温度较高,容易控制,大部分高级合金钢都是由电弧炉冶炼的。电弧炉使用非安全电压,可能发生电击伤害;生产中炉体可能漏钢、遇水而引起爆炸、灼伤或火灾危害。其安全技术要点如下:

1. 为保证安全,电弧炉出钢、出渣和修补时,倾斜角度不得超过允许角度。为此需安装倾斜度限制器,倾炉用蜗轮—蜗杆传动机构,应能自动刹车,传动机构上均应设防护罩,并确保动作自如。

2. 电弧炉炼钢要产生大量的烟气,每炼1 t钢约产生8~14 kg粉尘,因此应设排烟除尘装置,防止空气污染,保护人体健康。恰当地选择电炉的排烟方式(指电炉烟气的捕集方式),对于整个电炉烟气净化系统的技术经济效果是至关重要的。国内外采用的排烟方式很多,主要可分为炉内排烟和炉外排烟两大类。炉内排烟是在电炉炉盖上的适当部位专门开设一个排烟孔(称第四孔),利用插入其中的水冷排烟弯管直接从

炉内抽出烟气的排烟方式；炉外排烟是烟气在炉内正压作用下，由电极孔或炉门等不严密处逸散于炉外后，再加以捕集的排烟方式。炉外排烟的排烟量要比炉内排烟大得多。

3. 高压电气部分应与车间隔开，安放在单独的房间。

4. 电弧炉周围，特别是出铁坑、出渣槽内要非常干燥，否则遇到钢液或炉渣时会飞溅伤人。出渣、出钢时，操作人员不得站在出渣口或出钢口的正前方，以免烫伤。

jiaozhu zuoye anquan

【浇注作业安全】 将盛在浇包内的金属液浇人铸型中的工艺过程称为浇注。浇注作业一般包括烘包（这是浇注前的准备工作）、浇注和冷却（铸型在浇注后、落砂前，都需要一定的冷却时间，待铸型凝固后，方能落砂）三个工序。浇注作业的安全要点如下：

1. 工作前应穿好工作服、防护鞋及戴防护眼镜等，然后检查所用工具是否完好、齐全。

2. 检查各种浇包是否符合要求，升降机构、倾转机构、杠杆机构、自锁装置及抬架等是否完好、灵活、可靠。浇包在使用前要检查包衬是否完整无损，是否非常干燥。若内衬潮湿或破损，在与高温铁水接触时会引起铁液崩溅，严重时可将浇包烧穿。还要检查吊装及运送设备是否完好。

3. 检查浇注区域和通道，并收拾干净，不准随意放置工具等杂物，以免绊倒造成烫伤事故。砂箱附近不得有潮湿或积水处，以免遇到高温铁液而崩溅。

4. 浇包盛铁液不得太满，不得超过容积的 80%，以免洒出伤人。抬包、浇注要有专人统一指挥，配合要协调一致。

5. 浇注时，所有和金属熔液接触的工具，如扒渣棒、火钳等均需预热，防止冷工具接触产生飞溅。浇注时，型腔内部的气体、型砂水分及可燃物等会受热迅速膨胀、汽化燃烧而由出气孔和冒口溢出，要及时引火燃烧，以免引起炸箱或一氧化碳中毒。

6. 浇注后剩余的铁液、铁渣要倾倒在专用的砂坑、渣坑或渣包内，不得随意倾倒。

peisha zuoye anquan

【配砂作业安全】 用来造型和制芯的材料称为造型材料。砂型铸造的造型材料一般是由原砂（新砂）、旧砂、黏结剂及辅助材料（用来帮助改善砂型和砂芯的透气性、退让性，常用的有煤粉、木屑、石英粉等）组成的。型（芯）砂的配制包括配料和混碾两部分。

配料 手工作业产量较低的小型铸造车间，配料是在料桶中进行的，然后由吊车吊至混砂机上部加料，这种作业方法生产率低，劳动条件差。机械化铸造车间的砂处理系统都是立体多层布置。造型材料如新砂、旧砂、黏结剂、辅料等都储存在混砂机上部的日耗斗内。配砂时，造型材料由日耗斗底部卸人设在混砂机上部的定量器内，经定量后进人混砂机，完成配料。

混碾 各种造型材料经配料进入混砂机后，根据工艺要求加入一定量水混碾均匀后，才能获得具有良好的强度、透气性和可塑性的型（芯）砂。

安全要点 配砂作业的不安全因素有粉尘污染，钉子、铁片、铸造飞边等杂物扎伤，机器旋转部分碰伤等。为确保安全生产，应注意以下几点：

1. 砂处理的各种设备，应尽可能采取密闭措施并设置通风除尘装置。

2. 选择合适的磁选设备，去净铁钉、铁块及浇、冒口等磁选杂物，以防混入混砂机。

3. 砂处理系统的带运输机长度超过40 m时；应在两端装停止按钮，以便随时停车，在中间部位应设坚固的越过带的过桥。

4. 碾轮式混砂机的主要危险是操作者在混砂机运转时，伸手取砂样或试图铲出型砂，结果造成手被打伤或被拖进混砂机。为此，需要在混砂机的加料口上装设筛网使之封闭，在卸料口上装设联锁装置，在敞口时混砂机不能开动。取样时应用专用的取样器，无取样器的混砂机，必须在停机后取样。

5. 进入碾盘内检修、浇油或清理时，必须切断电源，设专人监护，并在开关柜上挂“有人检修、严禁合闸”的安全标牌。

6. 混砂机要由专人维护和管理，操作人员必须离开混砂机时，要找专人看管或断电停机。

zaoxing he zhixin zuoye (shebei) anquan

【造型和制芯作业（设备）安全】 制造型砂的工艺过程叫做造型，制造砂芯的工艺过程叫做制芯（在制作铸型时，为了得到空心铸件的内部形状，将砂芯嵌人铸型内）。造型和制芯是铸造生产中的主要工艺过程。

造型和制芯的操作分手工和机器两大类。手工造型和制芯，顾名思义，主要是手工操作或是借助于风动工具进行舂砂，所以生产率很低，适用于单件和批量的铸造车间。机器造型和制芯则能大大提高劳动生产率，改善劳动条件，提高铸件质量，适用于批量较大的机械化、自动化铸造车间。

生产上常用的造型设备有震实式、压实式、震压式、射压式抛砂机等，常用的制芯设备有挤芯机、射芯机、震实式制芯机等。

很多造型、制芯机都是以压缩空气为动力源。为保证安全，防止设备发生事故或造成人身伤害，在结构、气路系统和操作中，应设有相应的安全装置，如限位装置、联锁装置、保险装置等。

luosha qingli zuoye anquan

【落砂清理作业安全】

落砂 铸件从铸型中取出来的过程称为落砂。落

砂方法可以分成手工和机械两种。手工落砂比较简单，但劳动强度大，劳动条件恶劣，只是在件数少、生产率很低的小型铸造车间还存在。机械落砂是利用机械力进行落砂的方法。采用机械落砂加以通风除尘措施是提高劳动生产率、改善劳动条件的好办法。

机械振动落砂是使用较普遍的一种落砂方式。主要分为偏心振动式和惯性振动式两种。偏心振动落砂机是用电动机带动偏心轴转动，使落砂机按规定参数进行周期性振动，在振动过程中砂箱与棚架发生猛烈碰撞进行落砂。一般用于4 t以下中、小铸型的落砂。惯性振动落砂机是使用较广泛的一种落砂机，它是由电动机带动偏心轴旋转时产生的惯性力，激发棚架进行剧烈振动而落砂的。

虽然落砂机减轻了大量体力劳动，提高了生产效率，但随着落砂速度加快，散发的粉尘量也加大，所以在落砂处必须设置有效的通风除尘系统，以控制粉尘危害。常用的排风罩形式有移动式密闭罩、侧吸罩和吹吸罩。移动式排风罩排风量最小，捕集粉尘效果最好，能减小噪声，但需摘钩、挂钩，罩子要开、闭，辅助时间较长；侧吸罩基本上不影响工艺操作，但排风量很大，铸件温度高时，捕集效果较差，特别是在有横向气流干扰时，效果更差；吹吸罩工艺操作自由度大，抵挡横向气流的能力比侧吸罩强，能以比侧吸罩小的排风量获得较好的效果。

清理　主要是清除落砂后残留在铸件内外表面上的型砂和芯砂，去除铸件浇冒口及毛刺、飞边，修补缺陷。

铸件清理除使用各种清砂设备，如滚筒清砂、喷丸清砂、抛丸清砂、水力清砂、水爆清砂、喷砂外，尚有大量的手工劳动，如浇冒口的清除要分别用手锤、大锤、圆锯、气割或电弧切割等，这些工序发生的伤害事故较多，必须严格按照安全操作要求执行。此外，在铸件内部及外表面清理飞边、粘砂及毛刺时，使用多种手动工具及砂轮机、风铲等。工作现场由于一些风铲同时工作，噪声特别严重并飞扬着大量粉尘，因此铸件清理工序是劳动保护工作的重点。除装设有效的排风设备以降低作业环境粉尘浓度外，还可采用喷雾等措施抑制粉尘飞扬。穿戴好各种劳动保护用具，如新型防尘口罩、防噪声耳塞等，尽量把各种伤害减到最小限度。

镁尘由于易燃，可引起火灾或爆炸。在清理和打磨镁合金铸件时，必须防止镁尘沉积在工作台、地板、窗台、架空梁和管道以及其他设备上。不要用吸尘器收集镁尘，应将镁尘扫除并放入有明显标记的有盖的铸铁容器中，然后及时与细干砂等混合埋掉。在打磨镁合金铸件的设备上不允许打磨其他金属铸件，否则由于产生火花易引起镁尘燃烧，因此这些设备应标有“镁专用”记号。在工作地附近应禁止吸烟，并放置石墨粉、石灰石粉或白云石粉灭火剂。操作者应穿皮革或表面光滑的工作服，并且要经常刷去粉尘，一定要戴防护眼镜、长的皮革防护手套。

yali zhuzao anquan

【压力铸造安全】　压力铸造是在高压作用下，以较高的速度把液态或半液态金属压入金属铸型，并在压力下结晶凝固而获得铸件的铸造方法。它可得到很高的表面质量和尺寸精度，可以铸出很小的孔和螺纹，是一种少切削或无切削工艺，机械化程度和生产效率都很高，适用于有色合金（铝合金、锡合金、锌合金和铜合金等）、小型、薄壁、复杂铸件的大批量生产，广泛应用于航空、汽车、电气仪表工业部门。缺点是设备投资大、高压金属液易冲坏铸型，铸型成本高及易发生金属液崩溅伤人等。

高压、高速是压铸的两大特点。所用压力从几兆帕到几十兆帕（甚至超过 200MPa，即 2 000 个大气压），其注射速度约在 5 ~ 50 m/s，因此要特别注意安全。压铸生产的安全技术要点如下：

1. 每台压铸机的周围要用金属防护挡板隔开，防止金属液崩溅伤人；

2. 高压油缸及其管路系统密封性要好，避免漏油。控制系统要求灵活、稳定，安全可靠；

3. 操作时，在分型面的空间平面范围内不准站人，观察后方准注射；

4. 压铸及开型时，操作者的身体任何部分都不得伸入分型面空间内。排除故障或清理铸型时，应拉掉总开关。

5. 两人以上操作时，必须密切配合，主操作人必须看好其他人的站位与操作情况；

6. 压铸机漏油时，应查明原因及时检修好，否则遇高温金属液易引起火灾，如压铸机使用乳化液时，应防止崩溅到保温炉中引起金属液飞溅伤人；

7. 凡与高温金属液接触的料勺等工具必须经过烘烤预热并保持一定温度。潮湿的工具与合金液接触会造成冷爆、飞溅等伤人事故。

lixin zhuzao anquan

【离心铸造安全】　离心铸造是将高温的金属熔液浇入高速旋转的铸型中，在离心力的作用下，使金属液逐渐结晶凝固而获得铸件的铸造方法。离心铸造机有立式与卧式两种。立式离心铸造机是铸型绕垂直轴旋转，适合生产直径大而高度小的空心铸件；而卧式铸造机是铸型围绕水平轴旋转，使金属熔液沿铸型壁做圆周运动冷却而成铸件，适合于生产细长的圆筒形铸件。

金属熔液注入旋转的铸型之后，必须受到较大的离心力的作用才不会淋落，所以离心力的大小是离心铸造的一个重要工艺参数。

离心铸造生产的铸件结晶细化、致密,机械性能较好。离心铸造生产效率高,金属耗损少,适用于双金属铸件,广泛用于浇注铸铁管、缸套、空心轴及铜套轴瓦等中空铸件。离心铸造生产应注意的安全问题是:

1. 离心铸造机上要安装牢固、可靠的防护罩,以确保安全生产;

2. 浇注金属熔液之前先把铸型预热至规定温度,连续浇注时应用循环水套加以冷却,但必须防止循环水崩溅到金属熔液上,以免飞溅伤人;

3. 离心铸造机开动后不准进行加油,也不准擦拭机器或触动旋转部分;

4. 浇注时应注意掌握浇注速度和浇注分量,防止过载而发生事故。

taocixing zhuzao anquan

【陶瓷型铸造安全】 陶瓷型铸造就是用一层陶瓷质耐火材料代替砂型铸造中的面砂层。因该层耐火材料的成分及外观都与陶瓷相似,故称陶瓷型。它的铸件尺寸精度较高,表面粗糙度比较小,适用于浇注以高熔点合金为主的大型、厚壁的精密铸件,尤其是各种模具。铸件质量从几千克到四五吨。

如用聚苯乙烯材料作为母模,燃烧消失会产生有毒气体,危害人体健康。制泡沫塑料模时,聚苯乙烯珠粒间的互相摩擦会产生静电,故发泡设备必须接地,以免发生事故。耐火材料的黏结剂硅酸乙酯易燃,遇水分解,对呼吸道和眼睛有刺激作用。

duanzao anquan

【锻造安全】 锻造是利用锻压机械对金属坯料施加压力,使其产生塑性变形,以获得具有一定机械性能、一定形状和尺寸的锻件的加工方法。它可以通过一次或多次加压,使处于热态或冷态的金属和合金产生塑料变形。锻造可用人力或机械进行。锻造主要用料是碳素钢和合金钢。材料的原始状态有棒料、铸锭、金属粉末和液态金属。大部分铸造厂使用棒料或铸锭进行锻造。一般加工过程包括:切割下料、加热、锻造、热处理、清理和检验等。

生产特点和常见伤害 从劳动保护角度分析,锻造生产有如下特点和常见伤害:

1. 易发生烫伤、灼伤事故。锻造加工通常是在金属坯料加热至 800 ~ 1 200 ℃左右的高温状态下进行的,手工劳动量较大,常在红热的坯料、锻件及飞溅氧化皮条件下工作,容易发生烫伤和灼伤事故。

2. 热辐射伤害。高温的加热炉、灼热的坯料和锻件,在锻造生产中不断散发出大量的辐射热,由于操作人员长期在强辐射热的环境中劳动,所以不可避免要受到热辐射伤害。

3. 易出击伤事故。锻造加工时锻锤是高速锤击的,操作人员同时又在快速翻转和移动着工具和坯料,如遇操作不当或工具模具调整不当,会造成工具、模具损坏而飞出伤人。此外,锻造设备,如空气锤或蒸汽锤在锻造时都产生强烈的锤击声和激烈的振动,形成工作现场的强烈噪声,影响到操作人员的神经和生理系统,容易产生疲劳感和分散注意力,也损害人的听力,从而增加了发生事故的可能性。

4. 震伤。坯料拔长时,由于金属伸长流动的影响,总是两端翘起,弯料再送进锻锤后,锤击时两端容易抖动而将手腕震伤。

5. 环境污染严重。加热锻造各种坯料的加热炉因燃料的燃烧和坯料上油污的燃烧而散发出大量烟尘和污浊气体并弥漫于车间空气中,严重污染和恶化了劳动环境。

安全防护措施

1. 正确设置加热炉和锻造设备位置,避免密集在一处,工艺流程要合理。加热炉应具备良好的通风除尘设施,以便将炉烟、粉尘以及热空气排至室外。整个锻造车间还应具备有效的自然通风。

2. 锻造设备的布置应考虑尽量减少坯料、工件的往返交叉运输。锻锤的布置应避免万一锻件飞出时伤人,可将锻锤布置在靠车间两侧,锻件可能飞出的主要方向面对车间侧墙。车间内应留有设备附件、锻模、锻件、原材料等的存放地。容易滚动的坯料(如圆棒料)可以安放在 V 形箱槽中。

3. 严格控制加热炉的温度和坯料的加热时间,避免产生过热或过烧现象,防止锻锤因打击过热或过烧金属可能发生锻件破裂而飞出伤人。

4. 要合理设计制动系统,使其正常可靠。在离合器和制动系统中,应当装有安全保险装置,当发生故障时,机器应立即停车。

5. 在锻造加工、调换模具或进行局部检修时,为避免锻锤突然跌落造成伤害事故,可采取有效的防锻锤下滑的保护装置。例如可以安装连杆式支撑装置或支架式支撑装置。

6. 对用脚踏板启动的锻锤,踏板应有一定高度,其上应有防滑板并在板上贴有防滑垫。为防止其他非操作人员或偶然落下物体触碰脚踏板而启动,要在其上部或两侧设置防护罩。

7. 为减少锻造加工中的振动,可把铁砧和机器连成一体,使基础质量加大,减小振幅。还可在机器下部放入防震材料来吸收振动能量。

8. 掌钳工操作时,不得把手指放在两钳柄之间,更不能把钳柄抵住腹部。

9. 锻件传送时不得投掷,大锻件必须用钳夹牢,由吊车传送。

10. 不得用手或脚直接去清除砧面上的氧化皮。采用压缩空气吹除氧化皮时,对面不得有人。

11. 车间内主要通道应保持畅通，不得将热锻件或工具放在通道上。锻件堆放在指定的地方，且不宜堆放过高。和生产无关的工具、坯料、锻件和料头等，不要放在锻锤近旁。

jiarelu gere
【加热炉隔热】 加热炉在工作过程中以炉中火焰及高温锻件为热源，散发出大量辐射热，距离过近会灼伤人体表皮，过高的热辐射也使人难以忍受，所以应尽力减少热辐射对操作人员的危害。通常可采取如下措施：

1. 加热炉炉体的砌筑要符合隔热性的要求，炉墙要有足够的厚度，外层要采用绝热性较好的保温砖，炉壳与保温砖之间要铺上石棉板，以减少金属炉壳向外部散发的热辐射。

2. 控制炉温的同时要保持炉内的气氛和气压正常，维持炉内火焰从炉口稍有外冒，防止外部冷空气进入炉内。这样，既可保证加热炉的热效率，又可减少辐射热。

3. 在加热炉炉口装设水炉门、水幕或隔热板等，可大大降低热辐射。要特别注意提高炉门的密封性和炉门的开关速度。

为了改善劳动环境，除对加热炉采取隔热措施外，还要提高车间自然通风的效果，加强机械送风和局部强力吹风。

duanchui anquan
【锻锤安全】 打击速度为7 m/s左右的一类冲击型锻压设备叫做铸锻锤，常用的有空气锤、蒸汽锤（自由锻和模锻用）等。其共同的特点是噪声高达100 dB(A)以上，振动大，对周围环境和建筑物都有较大危害。而且本身机件的连接极易松动，因而派生出更多的不安全因素，应当对锻锤进行缓冲、隔振、消声、封闭和防松动等综合治理，并尽可能用压力机代替锻锤。

锻锤的常见故障除锻锤下滑外，还有锻锤顶盖、锻锤空击、锤杆断裂等。

锻锤顶盖 在锻造过程中，如果锤头（锻锤活动部分包括锤头、锤杆、活塞）提升太快，汽缸内的活塞急速上升，可能将汽缸顶盖冲坏。严重时，可以冲断固定螺栓，使上缸盖和螺栓头飞出伤人。发生这种现象的原因是上缸盖螺母松动或活塞密封垫损坏而引起漏气，使活塞上方的缓冲压力不足。设计中应考虑装设弹簧缓冲器或蒸汽缓冲器，当活塞上升到汽缸上部时，由于缓冲作用而保护了气缸顶盖。使用中应注意拧紧螺母和及时更换密封垫。

锻锤空击 在锻锤砧上没有热金属坯料，或者坯料温度很低、厚度很薄时，锤头以工作行程速度猛击下砧的现象称做锻锤空击。也称冷击或冷打。锻锤的这种打击状态使锤杆受到的冲击力最大，容易使锤杆断裂，严重时可以断开落下伤人。所以，空击是严格禁止出现的。

锤杆断裂 偏心锻造是锤杆断裂的主要原因。锤杆和锤头接触不良，造成锤击时在接触处受力过大而易断裂。要改善接触不良，可让锤杆下部带有锥度，再套上紫铜套。由于紫铜套塑性好，经锤击后，锤杆与锤头接触就很紧密，这就避免了因锤杆突然折断而引起的事故。

yali jixie jiagong anquan
【压力机械加工安全】 压力机械（亦称冲床）加工是一种无屑加工，主要是把金属或非金属材料经过压制成为各种符合要求的零件毛坯或成品。压力机械加工属于直线往复运动，往复运动一次就完成一个工序或一个零件。其加工特点是工序简单，速度快，生产率高，但危险性也较大。其不安全因素主要有以下几方面：

1. 由于工序单一，操作频繁，所以容易引起人的精神紧张和身体疲劳。如果是手工上下料，特别是在采用脚踏开关的情况下，极易发生误动作，从而造成轧手事故，或设备受到损坏。

2. 由于速度快，生产率高，在手工上下料的情况下，体力消耗大，容易产生动作失调而发生事故。压力机械发生轧手事故的原因，最主要是在送进和取出加工件过程中，手足失去平衡时；在找正材料位置时；以及取出压模中被卡住的材料时。在以上三种情况中，第一种情况造成的事故所占的比例最大。

3. 对多人操作的大型压力机，如果配合不好，也容易发生事故。

4. 压力机械本身的一些故障，如离合器失灵而造成连冲；调整模具时，滑块下滑；脚踏开关失控等，都会出现人身伤害事故。

5. 如果安全装置本身出现故障，其危险性更大，因为人们往往认为安全装置能够保障安全，因此对出现事故在精神上毫无准备。

从以上原因可以看出，压力机械的危险是在滑块下降时，手处于滑块的下方而引起的。所以，为使这类机械从本质上实现安全，必须做到当手在滑块正下方时，滑块就绝对不会下降。为满足这一条件，设计压力机械时应考虑以下三种方式：

1. 手在滑块正下方时，滑块绝对不会下降的机构；

2. 滑块下降进行冲压时，手绝对不可能伸入滑块正下方的机构；

3. 即使手不伸到滑块正下方，也可以进行冲压加工的机构。

前两种是经常用的通用方式，而第三种则是适合于大规模生产的方式。

为使操作者在冲压生产中得到安全保障，又实现最大程度的生产率，首先应提高压力机本身的安全性和可靠性，根据使用的设备、模具和工件形状，合理地选择安全装置，尽可能以机械化、自动化上下料来代替手工劳动。

yali jixie anquan zhuangzhi

【压力机械安全装置】 压力机操作点上的安全装置，是为了解决压力机在工作期间不发生事故，达到即使操作者由于种种原因产生失误也不会发生人身事故的目的。因此，在设计安全装置时，要考虑必须能保护操作者的手不能从保护装置上、下和周围进入操作区。在滑块下行期间，人体的任一部分都不会进入危险区。安全装置本体构件要有足够的强度和刚度，其电气控制线路的设计，要确保不会因电气元件故障或停电等现象而引起滑块意外的运行。安全装置必须牢固，不能被操作者随意挪动，以减小错用和拆卸的可能性。此外，还应便于检查和维修。

压力机用安全装置种类繁多，主要有以下几种：

1. 栅栏式安全装置。栅栏式安全装置是将模具用栅栏加以封闭，以防人手进入模口，从而起到保护作用。这种装置必须安装在压力机机身上或工作台上，并且必须与压力机离合器控制线路联锁。当关闭防护栅栏后，才能启动滑块运行。当滑块在向下运行中，防护栅栏必须处于闭锁状态，以防产生轧手事故。

2. 双手操作式安全装置。在这种装置中，启动滑块时必须用双手同时操作（按下操纵杆或按钮），滑块才能下降。亦即要使滑块进行下降运动，不得不用两手同时在开关上操作。这样，手就不可能伸到滑块下面去，从而可避免伤害。

3. 光线式安全装置。光线式安全装置是用光线将压力机械危险区（模具附近）包围起来。当人体的某一部分遮断光线后，会使光信号转换为电信号，电信号经放大后与启动滑块行程或启动控制线路相联锁，可使压力机的滑块立即停止运动或不能启动。这样，可避免操作人员误操作，或无关的非操作人员意外地进入危险区时发生不幸事件。

4. 感应式安全装置。这种装置是用感应幕将压力机械危险区域包围起来。当人体的某一部分进入感应幕后，该装置能检测出感应幕被截断，并输出信号，使压力机的滑块不能启动或停止运行。这样，就可避免操作人员由于误操作或其他人员意外进入危险区时发生人身伤害事故。

5. 翻板式安全装置。翻板式安全装置是将一透明控制板（护板）直立安装在压力机的工作台上，将操作者和危险区隔离开来。这种控制板可以翻转。工作时，接通电源，控制板的闭锁装置即被解除，成为在直立情况下的作业状态。放置工件时，由于手推压控制板，使控制板倒向冲头方向，以便能在模具上放置工件。工件放置完毕，将手抽回时，由于弹簧的作用，透明控制板恢复直立状态，滑块便自动进行冲压。这样就可以避免手和冲头之间的冲突，从而防止了人身伤害事故。

6. 手推式安全装置。这种装置是在将要发生危险前，能将手推出危险区。也就是随着滑块的下移，即使手还在危险区内，该装置也可以将手推出危险区。这种装置结构简单，用料少，易制作，操作方便。

7. 拉手式安全装置。拉手式安全装置亦称背拉式安全装置。这种装置是用带子将操作人员的手连接起来，当滑块下降时，便把操作者的双手从后面拉到安全的位置。这种装置和压力机的动作协调，且两手活动范围大，安全可靠性高，可提高工作效率。

8. 手持电磁吸盘。用手持电磁吸盘代替操作者的手，它可以直接伸进模口进行上下料，而操作者的手或手指则不需要伸入上下模具空间，从而可避免手被滑块轧伤的危险。但是，这种手用工具仅能保持操作者不需要将手或手指伸入危险区，但不能保护有意外情况（如手或身体某部分进入模口）时的安全。

以上安全装置是在不同时期和工作条件下研制的，各有一定的适应范围和优缺点。因此，在选用时，必须对各种压力机的性能有确切的了解，对操作者的操作进行全面的分析，在此基础上决定所选用安全装置的具体结构形式。

jianbanjī anquan

【剪板机安全】 剪板机亦称剪床。冲压车间备料用的主要设备。常用的有平剪、滚剪和振动剪三种类型，以平剪床使用得最多。剪板机将金属板料按生产需要剪切成不同规格的块料，作为冲压的毛坯。剪板机有上下刀口，一般将下刀口装在工作台上，上刀口做往复运动以剪料。某一特定剪床所能剪切坯料的最大厚度和宽度，以及坯料的最大强度极限值均有限制，超过限定值使用便可能毁坏机器。剪床的刀口非常锋利，是个危险的“虎口”，而工作中操作的手指又经常接近刀口，所以操作不当，就会发生剪切手指或轧手指等严重工伤事故。因此，在剪板机的操作过程中，应注意以下一些安全问题：

1. 工作前要认真检查剪板机各部分是否正常，电气设备是否好用，安全防护装置是否可靠，润滑系统是否畅通。然后加润滑油，试车，一切完好，方可使用。

2. 两人以上协同操作时，必须确定一个人统一指挥，检查台面及周围确无障碍时，方可开动机床切料。

3. 剪板机不准同时剪切两种不同规格、不同材质的板料。禁止叠料剪切，剪切的板面要求表面平整，不准剪切无法压紧的较窄板料。

4. 操作剪板机时要精神集中,送料时手指应离开刀口200 mm以外,并且要离开压紧装置。送料、取料要防止板料划伤,防止剪落的板料伤人。脚踏开关应安装坚固的防护盖板,防止重物掉下落在踏板上或误踏。开车时不准加油或调整机床。

5. 各种剪板机要根据规定的剪板厚度,适当调整刀口间隙,防止使用不当而发生事故。

6. 剪床的制动器应经常检查,保证可靠,防止因制动器松动,导致上刀口突然落下伤人。

7. 板料和剪切后的条料边缘锋利,有时还有毛刺,应防止刮伤。

chongya shouyong anquan gongju

【冲压手用安全工具】 在冲压操作过程中,采用安全的手用工具完成送料、定位、取件及清理边角料等项操作,可防止手指被模具轧伤,避免发生伤害事故。常用的手用安全工具有以下几种:

1. 专用夹钳。在大量生产同类零件时,可根据零件的具体形状和尺寸,设计灵巧、适用的专用夹钳,使之能夹持方便、稳定,适用于中等质量及大小的零件。

2. 弹性夹钳。适用于质量轻、体积小、壁薄的小零件生产,可根据零件形状、尺寸,设计合适的结构。利用夹钳的弹性夹持零件非常灵活、方便。

3. 磁力吸盘。适用于磁性材质薄片型较小零件,由于零件有较平的吸取处,操作上比较方便。

4. 气动卡钳。适用较大的、形状也较复杂的零件,可根据工件的形状和卡持的部位设计卡钳的结构。这种卡钳能减轻手部的用力和劳动强度。

此外,尚有如各种形状的铁钩、镊子等小工具也同样可避免使手进入危险区。

使用手用工具在安全上应注意以下几点:

1. 要在手用工具完全撤出模具闭合区后,方可进行冲击,否则可能发生损坏模具或伤人事故。所以,使用安全手用工具也不是绝对安全的。

2. 操作过程中要始终坚持使用,不可时用时弃。

3. 手用工具尽可能用轻金属及非金属材料制作,防止操作不当,发生损坏冲压设备及模具的事故。

rechuli anquan

【热处理安全】 热处理是金属产品加工过程中通常不可缺少的工艺过程,在机械制造行业中占有极其重要的地位。它是将金属工件放在一定的介质中加热到适宜的温度,并在此温度中保持一定时间后,又以不同速度冷却的工艺方法。通过热处理,使金属工件(机械零件)具有较高的强度、硬度、耐磨性及韧性、消除应力等多种良好的机械性能和较长的工作寿命。热处理一般不改变工件的形状和整体的化学成分,而只是通过改变工件内部的显微组织,或改变工件表面的化学成分,赋予金属某些特殊性质。钢铁是工业中应用最为广泛的材料,因此,钢铁的热处理是金属热处理的主要内容。除此之外,铝、铜、镁等及其他合金也都可以通过热处理来改变其机械性能。

工艺特点 热处理工艺一般包括加热、保温和冷却三个过程。有时只有前两个过程。这些过程应互相衔接,不可间断。

加热可采用液体燃料、气体燃料或电加热,也可以通过熔融的盐或金属,直至浮动粒子进行间接加热。为了避免金属在空气中发生氧化及脱碳现象,金属通常是在保护气氛(气态介质)、熔融盐中或真空中加热的。加热温度随被处理金属材料和热处理的目的不同而异。当金属工件表面达到要求的加热温度时,为了使金属显微组织转变完全,还需在此温度下保持一定时间,这段时间称为保温时间。冷却方法因工艺不同而不同,主要是控制冷却速度。

热处理工艺一般可分为整体热处理、表面热处理和化学热处理三大类。

1. 整体热处理。整体热处理是对工件整体加热,然后以适当速度冷却,以改变其整体力学性能的金属热处理工艺。对于钢铁,整体热处理有退火、正火、淬火和回火等四种。退火是将工件加热到一定温度,保温一定时间,然后以要求的速度冷却。退火的目的是为了使金属能进一步进行冷加工,改善加工性能和消除其内应力等。正火是将工件加热到一定的温度后在空气中冷却。正火的效果与退火相似,但能获得均匀组织,并有较好的韧性和承受机械负荷的能力。淬火是将工件加热保温后,在水、油或其他无机盐、有机聚合物水溶液介质中快速冷却。淬火后可以提高工件的硬度,但往往应力过高,以致不能使用。为了增加其韧性,再将工件进行回火。回火是将淬火后的工件在高于室温,而低于转变温度区的温度下进行一定时间的保温,然后以适当的速度冷却。随着加热温度和冷却方式的不同,退火、正火、淬火和回火又可演变出不同热处理工艺,如调质处理、时效处理、形变处理和真空热处理等。

2. 表面热处理。表面热处理是加热工件表层以改变其表层力学性能的工艺方法。表面热处理的主要方法有火焰淬火和感应加热热处理。常用氧—乙炔或氧—丙烷等火焰、感应电流和激光等作为热源。

3. 化学热处理。也称表面硬化处理,它是改变金属表面的化学成分、组织和性能的工艺方法。这种方法是将工件放入含碳、氮或其他合金元素的介质中加热,保温较长时间,从而使工件表面增加碳、氮、氰,或其他元素的含量。通过化学热处理,可使金属表面变硬,但内芯可保持相当的韧性。

主要危害 工件的正火、退火、淬火、渗碳等热处

理工序都是在高温下进行的，而且要用品种繁多的辅助材料，如酸、碱、金属盐、硝盐及氰盐等。这些辅料都是具有强烈的腐蚀性和毒性的物质，有的是易燃、易爆，有的在热处理过程中的高温和化学反应作用下产生有毒、有害的气体，造成了大气、水质的污染和恶化了热处理车间的劳动环境。热处理车间的主要危害有：

1. 有毒物、有害气体和粉尘危害。氯化钡作加热介质，温度可达1 300℃，氯化钡大量蒸发；氮化工艺过程中有大量氨气排放；在渗碳、氰化等工艺过程中使用氰化盐；盐浴炉中熔融的硝盐与工件的油污作用，产生有毒的氮氧化合物；气体软氮化时，甲醇与氨在炉中作用后产生氰酸根等；熔铅炉产生的铅烟气和氰化钠盐池产生的氰化物的毒性都很大。

2. 易发生火灾或爆炸。热处理过程中经常使用的甲醇、乙醇、丙烷、丁烷、丙酮以及柴油、汽油都是易燃易爆物。尤其选择油作为淬火介质时，在工件未曾全部浸没在油中时，易发生油槽起火现象。

3. 烫伤。盐炉的加热介质都是氯化钡、氯化钠、氯化钾等熔融的金属盐。淬火过程中遇到有工件或工具潮湿、沾有水滴时，则会使熔盐崩溅而造成烫伤事故。

4. 跌伤及碰伤。热处理车间因油多、水多，地面较滑又要往返运送大量工件，所以容易造成跌伤和碰伤。

5. 热辐射及光辐射。一些热处理工艺温度高达900～1 200 ℃，炉前操作工人，必然受到高温的热辐射。当炉温超过1 000 ℃时，发热体同时有强烈的光辐射，会伤害人的眼睛。

6. 触电。热处理车间用电量很大，各种炉子多是电加热，各种水泵、油泵、风机等都是电驱动，电气设备也比较多，所以稍有不慎或违章操作时，就有发生触电的危险。

安全要求 热处理生产过程中，存在如此众多的危险因素和有害因素，因此必须认真研究，采取有效的安全技术措施。

1. 对工作场所布置的安全要求

(1)安装一般箱式热处理炉的车间，主要通道留在中间，宽度不小于2～3 m；安装有大型设备的车间，通道宽度应不小于3～4 m。

(2)一般情况下，小型炉之间的间距为0.8～1.2 m；中型炉为1.2～1.5 m；大型炉为1.5～1.8 m。加热炉与淬火槽之间的距离一般为1.5～1.8 m。

(3)为防止火灾，贮油槽一般应设置在车间外面的地下室或地坑内。贮油容量在1.5 m^3以下时才允许考虑设在车间内，但它与加热炉距离不得小于1.5 m。

(4)高频、中频感应淬火机房应单独设置，并远离油烟、灰尘和震动较大的地方。

(5)氰化间、喷砂间等有毒、有害的设备，应隔离布置并设防护装置。

2. 对工艺设备和操作人员的安全要求

(1)电炉 各种电阻炉在使用前需检查其电源接头和电源线的绝缘是否良好，要经常检查启闭炉门自动断电装置是否良好，以及配电柜上的红绿灯工作是否正常。炉内要经常保持清洁，工作完毕炉温下降至室温时，应将炉内的氧化皮扫出。并要定期检查和清除落在炉底电阻丝旁的氧化皮。严禁把湿工件装入炉内加热，以免激碎炉墙的耐火砖。装炉时注意工件不要碰着电阻丝，以免加热时发生短路，烧断电阻丝和烧坏工件。

(2)油炉 油炉的油管和空气管不得漏油、漏气，炉底不得存有重油。如发现油炉工作不正常时，必须立即停止燃烧。燃烧时不要站在炉口，以免火焰灼伤身体。如果突然停止输送空气，就应迅速关闭重油输送管。为了保证操作安全，在打开重油喷嘴时，应该先放出蒸气或压缩空气，然后再放出重油。关闭喷嘴时，则应先关闭重油的输送管，然后再关闭蒸气或压缩空气的输送管。

(3)煤气炉 点火前先开动鼓风机，打开炉门和风门进行吹炉，待炉内煤气吹尽后，再关上风门。若需人工点火，应使固定在长铁杆上的火把送到喷嘴口进行。但人必须要站在喷嘴的侧面，以免火焰喷出伤人。点火时，先供给少量煤气，当煤气点燃后再逐渐增加供给量，直到火焰稳定时为止。空气量逐渐增加，直到煤气达到完全燃烧时为止。煤气炉在每次停止工作时，都应先关煤气后关风门，再关煤气总开关，最后关上鼓风机。

(4)可控气氛炉 可控气氛炉所使用的液化气体是压缩成液体状态贮存于气瓶内的，气瓶的环境温度不得超过45℃。液化气是易燃气体，在使用时必须保证管路的气密性，以防发生火灾和冻伤事故。由于无氧化加热的吸热式气氛中CO的含量较高，因此使用时要特别注意保证室内通风良好，并经常检查管路的密封性。当炉温低于760℃或可燃气体与空气达到一定的混合比时就有爆炸的可能，为此在通气启动与停炉时更应注意安全操作。最可靠的办法是在通气及停炉前，用惰性气体及非可燃气体(N_2及CO_2等)吹扫炉膛及炉前室。

(5)盐浴炉 操作盐浴炉时应注意：在电极式盐浴炉的电极上不得放置工件、工具等任何金属物品，以免变压器发生短路；工具落入炉中后应随时捞出；工作前应检查通风机的运转和排气管道是否畅通，同时应检查坩埚内熔盐液面的高低，液面一般不能超过坩埚容积的3/4；电极式盐浴炉在工作过程中会有很多氧化皮沉积在炉膛底部，这些具有导电性的物质必须定

期清除。

盐浴炉加热时，若水分进入盐浴中会引起熔盐飞溅或爆炸事故。因此必须防止水分进入盐浴炉中。盐浴炉上使用的一些工具以及需要加热的工件，在放入盐浴之前应进行烘干。向盐液中添加新盐时，同样要预先烘干，然后再慢慢加入，不能一下全部倒进去。

使用硝盐炉时，应注意硝盐超过一定温度会发生着火和爆炸事故。因此，硝盐的温度应不超过允许的最高温度。另外，应特别注意硝盐浴中不得混入木炭、木屑、炭黑、油和其他有机物质，以免硝盐与炭结合，形成爆炸性物质而引起爆炸事故。

使用氰化盐浴时，要特别注意防止中毒，氰化处理后的工件，必须经过中和处理，否则不得转到下道工序。中和处理的方法是：先将氰化处理的工件和工具浸入10%硫酸亚铁水溶液中，再转入3%～5%碳酸钠水溶液中煮洗，其温度为80～100 ℃，然后再用热水或冷水冲洗干净。

无通气孔的空心工件，不允许在盐浴中加热，以免发生爆炸。有盲孔的工件在盐浴中加热时，孔口不得朝下，以免气体膨胀将盐液溅出伤人。管状工件淬火时，管口不应朝向自己或其他人。

(6)感应加热炉　在进行高频、中频、工频等感应加热的操作时，应特别注意防止触电。操作间的地板上应铺设胶皮垫，并注意防止冷却水洒漏在地板和其他地方。

由于高频设备的频率较高(30～500 MHz)，会产生射频辐射作用，超过一定量之后会对人体产生不良影响。所以，对设备的辐射源，如高频变压器、耦合电容及感应器等，应采取屏蔽措施，防止高频电磁波外漏，保证工作环境的辐射强度控制在规定的范围之内(电场强度 $E \leqslant 20$ V/m；磁场强度 $H \leqslant 5$ A/m)。

(7)淬火油槽　在进行油中淬火操作时，应注意采取一些冷却措施，将淬火油槽的温度控制在80 ℃以下，在对大型工件进行油中淬火时，更应特别注意。大型油槽应设置事故回油池。为了保持油的清洁和防止火灾，油槽应装设槽盖。

(8)钢的表面处理　钢铁零件的表面除锈、钝化和磷化是最常见的表面处理工艺。由于在处理过程中使用多种酸、碱及硝酸盐等腐蚀性很强的化学药品，并排放大量有害气体和含酸、含碱的废液，所以上述表面处理应单独设厂房或车间，设置通风设备，开设天窗，地面及下水道应用耐蚀、耐酸材料。

浓酸的稀释，必须将酸缓缓地加入水中，绝不准将水倒入浓酸中，防止配液不当引起溶液崩溅灼伤人体。一旦崩溅到身上应立即用冷水清洗，并及时诊治。

除锈、钝化、磷化所排出的废水，应集中于废水池内，经化验、中和处理符合排放标准后，方可排放。

(9)热处理车间操作人员　必须熟悉热处理工艺规程和所使用的设备；在操作时，必须穿戴必要的防护用品，如工作服、手套、防护眼镜等，并严格执行操作规程；热处理用的工具，应当有顺序地放置；不许使用残破的、不合适的工具；凡已经过热处理的工件，不要用手去摸，以免工件未冷而造成灼伤。

mugong jixie anquan

【木工机械安全】　木工机械是一种借助于锯、刨、车、铣、钻等加工方法，把木材加工成木模，或木器及各种器具的机械。它是各企业常用的一种机械。除木材加工外，在机械制造厂常用于铸造分厂(车间)的木模车间(工段)和辅助车间(木工车间)。由于木工生产在机械制造厂中的地位，往往使木工机械及其操作安全得不到应有的重视。所以木工机械在操作中造成的事故不断发生，尤其是圆盘锯、带锯和木工刨床造成的事故较多，伤害部位多集中于上肢和手指。据统计，这类事故约占木工机械伤害事故的60%以上。木工机械伤害事故多属于高速运转的锋利刀刃引起的割伤事故，伤害程度往往比一般机械事故严重，大部分伤害者成为永久性致残。

木工机械分类　按设备的工作原理、结构性能特点及使用范围可分为以下几类：

1. 木工锯床。根据工件及刀具的运动特点、基本结构及布局形式可分为：纵剖圆锯床、横截圆锯床、带锯床、往复锯床、链条锯床、锯板床。

2. 木工刨床。包括单面、二面、三面、四面刨床，平刨床。

3. 木工铣床。包括接口铣床，立式铣床，双面、三面、四面铣床，仿形铣床。

4. 木工钻床。包括立式单轴、多轴钻床，卧式钻床，多轴排钻床，专用钻床。

5. 木工榫槽机。包括卧式、链式及普通榫槽机。

6. 木工车床。

7. 木工盘壳机。包括盘式、窄带式、滚筒式、联合磨光机和宽带式砂光机。

8. 木工多用机床。包括平刨床联合机、平压刨床联合机、锯机联合机。

木工作业不安全因素

1. 木工机械存在许多不安全因素，其中最危险的是机械危险，其危险部位包括：

(1)单纯回转运动部分　如主轴、联轴节、齿轮等。

(2)往复运动或滑动部分　如移动工作台与床身、快速运动的带等。

(3)回转运动与滑动的组合　如某些凸轮机构、连杆与回转轮之间的夹口等。

(4)摆动　如摆柄与固定件之间的夹口等。

(5)与加工中的工件相接触　如在木工机械中，

被回转中的棒料缠住等。

(6)机床上的零件或刀具飞出　如锯床上断裂的锯条飞出等。

(7)材料飞出　如排屑不当的机床上飞出的木屑以及碎木块等。

2. 木工机械的运转速度很高，一般高达 2 500 ~ 4 000 r/min，因而转动惯量大，难于制动，刀具又很锋利，极易造成锯伤、刨伤。

3. 操作人员在电动机停转后，用手或木棒去制动木工机械，致使手与转动的刀具接触或与工件相接触而造成伤害。

4. 木工机械操作时粉尘浓度高、噪声与振动大。如截锯机和圆锯机运行时的噪声分别为 104 ~ 111 dB(A)和 93 ~ 115 dB(A)。

5. 木材加工多用手工送料、传送、堆放和运输。搬运的木料质量可达 20 ~ 30 kg，劳动强度大。

6. 加工的木材是易燃物，木屑、刨花更易着火。木粉浓度在空气中达到一定范围会形成爆炸性混合物，在有着火源(如电机火花等)情况下会发生爆炸。木粉粒径越小，所需着火能越低，平均粒径为 10 ~ 20 μm的木粉，其着火能为 3 ~ 12 mJ。木工作业地点堆放大量木屑是非常危险的。由于微生物生命活动的影响，木屑堆内会发生高温。如果所发生的热量不能散发出去，木屑就会发生炭化作用，吸收空气中的氧气，温度急骤升高而发生自燃。

7. 木工机械所用电机多为三相电源(380 V)，一旦绝缘损坏易造成触电事故。

8. 用手给机床上料时有较强的局部振动，尤其是手工推料遇到节疤、弯曲或其他缺陷时，由于木质不均匀更易发生振动。

安全要求与预防措施

1. 木工机床上有可能造成伤害的危险部位必须采取相应的安全措施或设置安全防护装置。如带、轴、齿轮等应当完全遮盖。安全防护装置的设计原则是尽量减小刀刃的暴露范围，其结构力求简单，功能应可靠，并能根据木料的情况加以调节，在操作者遵守操作规程的情况下，确保操作安全。

2. 应当提供适当的辅助工具，如推木棍、夹具、吊钩、钩杆等，避免操作者用手推木料或双手和木材直接接触。

3. 木工机床必须设置制动装置，在关断电源后，制动装置应保证刀轴在规定时间内停止转动。

4. 木工机床采用非全封闭式结构的电动机时，必须外加防火、防尘隔离罩。所有金属架座与电动机应当接地。

5. 车间里运送原木、锯材、废料的通道应设消除穿堂风的设施(如门帘、帘幕等)以及防止火灾蔓延的设施(如自动防火门、防火防烟挡板等)。

6. 木工机床应设置有效的排屑口，通道口宜向下。

7. 木工机床必须设有效果良好的吸尘装置，吸尘装置应能保证工作场所的粉尘浓度不超过国家卫生标准的规定。

8. 凡噪声级超过国家标准规定时，应在建筑、布局等方面采取降噪措施或设置消声罩、隔声罩。

mugong baochuang anquan

【木工刨床安全】 木工刨床是用来将板料或方料的面刨平的机械。木工刨床一般分为平面刨床、压刨床，以及平面刨和压刨组合机。其所用的刀具为组合刨刀，转速很高，一般在 4 500 ~ 6 000 r/min。因此，刀片、夹刀板等必须牢固可靠，以防刀片飞出。

对于平面刨床，组合刨刀的转动方向与工件的进给方向相反，所以有反冲(即反弹)的潜在危险存在。如果刨削深度过大，工件固定方法不良，或木料有节疤、弯曲等缺陷存在时，一般容易引起反冲现象。一旦工件反向抛出，操作者的手则与刨刀接触而造成伤手事故。如果刨刀安装不牢固，则会由于离心力作用而甩出，造成严重的伤害事故。为防止这类事故，可在平面刨床刀轴上方设置防护板或防护罩，将刀轴遮盖住，使人手不致触及刨刀。还可在平刨刀轴上方装设自动调节的防护罩，加工木料可在防护罩下方通过，而人的手不会触及刀具。

平面刨床噪声大、噪声频率高，可采取以下措施降低噪声：

1. 对刨刀轴进行静平衡和动平衡调整。

2. 提高刨刀轴系统的刚度。

3. 用螺旋形刨刀或分段式组合刨刀代替圆形组合刨刀。因而各刀刃不再同时通过工作台的边棱。这样，可降低噪声10 dB(A)左右。

4. 应用空气动力学原理设计工作台前缘下的刨屑导向装置。将工作台前缘制成梳齿形，并在刀轴后盖板上铣出消声槽。

5. 在不影响刨削质量的情况下，可将组合刀具的转速降至1 000 r/min以下。

木工手压刨床是应用最广泛的木工机械。加工时用手推动和压紧木料使之紧贴刨床工作台面，通过刀轴上的刀片的刨削，使木料刨成光滑平整的平面。由于手指距刀片较近，容易被刨伤。所以，手压刨床加工在木工机械事故中占首位。而且，这种加工造成的手指刨伤多为粉碎性，无法进行断指再植而造成终身残断。因此，操作中必须注意以下的一些安全技术问题：

1. 每台手压刨床都必须装有安全防护装置，开车前要检查是否可靠。

2. 手压刨要使用圆柱形刀轴，禁止使用方形刀

轴。刨刀刃口一般超出刀轴1 mm左右，超出过多，易造成伤害。

3. 刨口的开口量应根据刨刀轴径尺寸，按规定的标准选取。如刀轴直径为100 mm，其开口量应小于42 mm。刨削木料的最短长度，不得小于开口量的4倍，但必须用推板压住木料刨削。

4. 刨削前应检查木料在刨削面上有无节疤和铁钉，如发现则应用冲头冲进到安全深度。工件中如因刨刀磨钝会产生推动费力，振动大等现象时，应及时停机更换锋利的刨刀。

5. 手压刨的噪声不应超过90 dB(A)，否则应采取降噪措施。

为减少和防止手压刨发生的伤害事故，目前已使用了几种有可靠防护装置的新型手压刨，简述如下：

1. 护指键式安全平刨。该刨在刀轴两侧装有光源及光电管控制大小罩爪来达到安全防护。

2. 防护罩式安全平刨。当木料送到一定位置后，罩体靠自重下落在木料上面，代替人手压料。刨削完毕，罩体靠自重落在台面上。

3. 电容感应式木工平刨。利用电容传感原理，把人体的电容转换成振荡器的自激参数，通过电路控制刀轴。即当手指滑到距刀轴的一定距离之内，接收机将输出信号，执行机构立即将刀轴拉下，保证手指不受伤害。

mugong juchuang anquan

【木工锯床安全】 木工锯床有圆锯机和带锯机之分。现将其安全防护装置和安全操作要点分述如下。

圆锯机安全防护装置 圆锯机是应用圆形刀片，对木材进行锯割的一种机械。这种机械在木材加工中的应用最为广泛。通常，它可以对木材进行劈切、纵切和横切。圆锯机的刀片上部露出工作台面，旋转速度很高，由于在圆锯机上操作时一般用双手推进，所以，手很容易与锯片相碰。使用圆锯机主要有以下两种伤害：

1. 由于操作者及其助手与锯片相接触而产生锯手事故。

2. 在沿纵向剖锯木材过程中，由于木材切割不当、木质还很潮湿或未干透等原因，已经剖开的木材一端还会紧附在一起，即产生夹锯现象。这时，由于锯刀旋转运动的水平分力的作用，被加工木料就会朝操作者猛烈反弹，而使操作者身体受到伤害。这种伤害很可能是致命性的。

为了防止人体与露出作业台面的高速旋转的锯齿相接触，要在锯齿上方安装预防接触的保护罩。这个罩子是可调节的，不但能够防止手臂过分靠近圆锯片，而且还可防止木料被打飞。

为了防止已锯开的木料出现反弹，可在圆锯后部安装分离刀。分离刀的作用在于使已锯开的木料不会产生粘连，从而避免由于夹锯而引起的伤害。

带锯机安全防护装置 带锯机是以高速运转的锯轮带动锯条对木材进行锯割的一种机械。带锯机容易发生锯条伤人事故。其原因：一是由于操作者接触了锯条露出部分而受伤；二是由于锯条质量不好，或由于疲劳而断裂，脱离锯机飞出造成伤害事故。为防止此类事故，可将锯条用防护罩遮盖住，露出进行切割的部分越小越好。还应在锯机上装设紧急刹车装置。

锯机的安全操作要点：

1. 应当选择扭曲不大且没有裂缝的锯条。锯齿必须锐利，锯条不得有缺齿；

2. 根据工件的锯割要求，调整锯条与工作台的斜度和上锯夹与工件之间的高度；

3. 锯机开动后，必须待锯轮转速达到正常后再开始进行锯割；

4. 锯割时，进料速度不可太快，应根据工件的材质软硬适当控制。若发生工件夹住锯条时，应在工件已锯开的锯路里塞入木质斜楔，排除夹锯现象再进行锯割，切不可硬性推拉工件，扩大锯路，以免造成锯条断裂；

5. 锯割圆柱体或球形的工件时，必须先做好专用垫板或夹具，防止发生事故；

6. 锯割工件内圆弧线时，选择锯条的宽度要适当。若加工的圆弧线曲率半径大，锯条宽度可选得大一些；若曲率半径小，锯条宽度可选得小一些。当锯条宽度不适应时，可先在工件纵向距加工线一定距离处锯几条锯槽，然后沿圆弧线进行锯割。

lishidanzhou mugongzuanchuang anquan

【立式单轴木工钻床安全】 立式单轴木工钻床为主轴垂直安装，利用钻削方法对木质工件钻孔的机械。它由铸造或焊接钢板床身、刀架、工作台、工件夹紧和操纵机构等组成。加工时，工件被牢固地夹在工作台上，由手柄或脚踏板将旋转的钻头压向工件，实现进给运动。工作时，工件必须牢固夹紧，否则就会在切削圆周力作用下使工件转动，造成工伤事故，或者折断钻头。钻削应及时清理，一般由吸尘装置吸出或鼓风机吹出台面。人工操纵钻床劳动强度大，现在越来越多地采用自动单轴木工钻床。在这种钻床上，由机械或液压实现进给和夹紧工件。这样既可提高劳动生产率，又能减轻劳动强度，实现安全生产。

woshi mugong zuanchuang anquan

【卧式木工钻床安全】 卧式木工钻床为主轴水平安装，利用钻削方法对木质工件钻孔的机械。卧式木工钻床按加工头数分为单面的和双面的；按主轴数分为单轴和多轴的。单轴钻床一般为手

工进给、手工夹紧。多轴钻床一般为机械、气压或液压进给和夹紧。卧式单轴木工钻床由于手工操作,劳动强度大,生产率低,国内外已有一些这类机床改进为半自动钻床。为了实现安全生产,工件夹头应加工成槽纹表面或加贴高摩擦因数材料。

jinshu qiexue jichuang anquan

【金属切削机床安全】 金属切削机床是用切削方法对金属毛坯进行机械加工,使之获得预定的形状、精度和粗糙度的设备。由于金属切削机床在工业中起着工作母机的作用,因此,它的应用范围是非常广泛的。

金属切削机床的工作特点 金属切削机床进行切削加工的过程是:将被加工的工件和切削工具都固定在机床上,机床的动力源通过传动系统将动力和运动传给工件和刀具,使两者产生旋转和(或)直线运动。在两者的相对运动过程中,切削工具将工件表面多余的材料切去,将工件加工成为达到设计所要求的尺寸、精度和粗糙度的零件。由于切削的对象是金属,因此旋转速度快,切削工具(刀具)锋利,这是金属加工的主要特点。正是由于金属切削机床是高速精密机械,其加工精度和安全性不仅影响产品质量和加工效率,而且关系到操作者的安全。

金属切削机床的基本结构 金属切削机床种类繁多,其结构也有较大差异,但其基本结构都是一致的。因此,有些共性的装置如安全装置、传动装置、制动装置适用于各种机床,其基本结构包括:

1. 机座(床身和机架)。机座上装有支承和传动的部件,将被加工的工件和刀具固定夹牢并带动它们做相对运动,这些部件主要有工作主轴、拖板、工作台、刀架等。由导轨、滑动轴承、滚动轴承等导向。

2. 传动机构。将动力传到各运动部件,传动部件有丝杠、螺母、齿轮齿条、曲轴连杆机构、液压传动机构、齿轮及链传动机构和带传动机构等。为了改变工件和刀具的运动速度,机床上都设有有级或无级变速机构,一般是齿轮变速箱。

3. 动力源。一般是电动机及其操纵器。

4. 润滑及冷却系统。

金属切削机床的运动形式及切削方式 机床的运动可分为主运动和进给运动。主运动是切削金属最基本的运动,它促使刀具和工件之间产生相对运动,从而使刀具前面接近工件;进给运动使刀具与工件之间产生附加的相对运动,加上主运动,即可不断地或连续地切削,并得出具有所需几何特性的加工表面。机床种类不同,切削方式、工件和刀具的运动形式就不同,对安全的要求也不同。有的切削方式以工件做主运动,刀具作进给运动;有的以刀具做主运动,工件做进给运动。常见的切削方式有:

1. 车削。工件旋转做主运动,车刀做进给运动。

2. 铣削。铣刀旋转做主运动,工件或铣刀做进给运动。

3. 刨削。用刨刀对工件做水平相对直线往复运动,如牛头刨床滑枕带动刀具做主运动,工做台带动工件做间歇的进给运动。

4. 钻削。钻头或扩孔钻在工件上加工,一般是钻头做主运动及进给运动,而工件不动。

5. 铰削。用铰刀从工件孔壁上切除微量金属层,以提高其尺寸精度和表面粗糙度。铰刀旋转做主运动,工件或铰刀做进给运动。

6. 镗削。镗刀旋转做主运动,工件或镗刀做进给运动。

7. 插削。插刀对工件做垂直相对直线往复运动,工件或插刀做进给运动。

8. 磨削。用磨具如砂轮以较高线速度对工件表面进行加工,磨具旋转做主运动,工件做进给运动。

切削方式还有珩磨、超精加工、拉削、推削、铲削、刮削等。以上切削方式中,用得最多的是车削和磨削。

金属切削加工中的危险因素 常见的危险因素包括:

1. 机床设备的危险因素

(1)静止状态的危险因素 包括切削刀具的刀刃;凸出较长的机械部分,如卧式铣床立柱后方凸出的悬梁。

(2)直线运动的危险因素 包括纵向运动部分,如外圆磨床的往复工作台;横向运动部分,如升降台铣床的工作台;单纯直线运动部分,如运动中的带、链条;直线运动的凸起部分,如带连接接头;运动部分和静止部分的组合,如工作台与床身;直线运动的刀具,如带锯床的带锯条。

(3)回转运动的危险因素 包括单纯回转运动部分,如轴、齿轮、车削的工件;回转运动的凸起部分,如手轮的手柄;运动部分和静止部分的组合,如手轮的轮辐与机床床身;回转部分的刀具,如各种铣刀、圆锯片。

(4)组合运动危险因素 包括直线运动与回转运动的组合,如带与带轮、齿条与齿轮;回转运动与回转运动的组合,如相互啮合的齿轮。

(5)飞出物击伤的危险 飞出的刀具、工件或切屑有很大的动能,都能对人体造成伤害。

2. 不安全行为引起的危险 由于操作人员违反安全规程而发生的事故甚多,如未戴防护帽而使长发卷入丝杠;未穿工作服使领带或过宽松的衣袖被卷入机械转动部分;戴手套作业被旋转钻头或切屑与手一起卷入危险部位。

金属切削机床的防护装置 装设防护装置的目的是为了防止操作者与机床运动部件、切削刀具、被加工

件接触而造成的伤害，以及避免切屑、润滑冷却液伤人。防护装置主要有：

1. 防护罩。用于隔离外露的旋转部件，如带轮、链轮、齿轮、链条、旋转轴、法兰盘和轴头。

2. 防护挡板。用于隔离磨屑、切屑和润滑冷却液，避免其飞溅伤人。一般用钢板、铝板和塑料板作材料。妨碍操作人员观察的挡板，可用透明的材料制作。

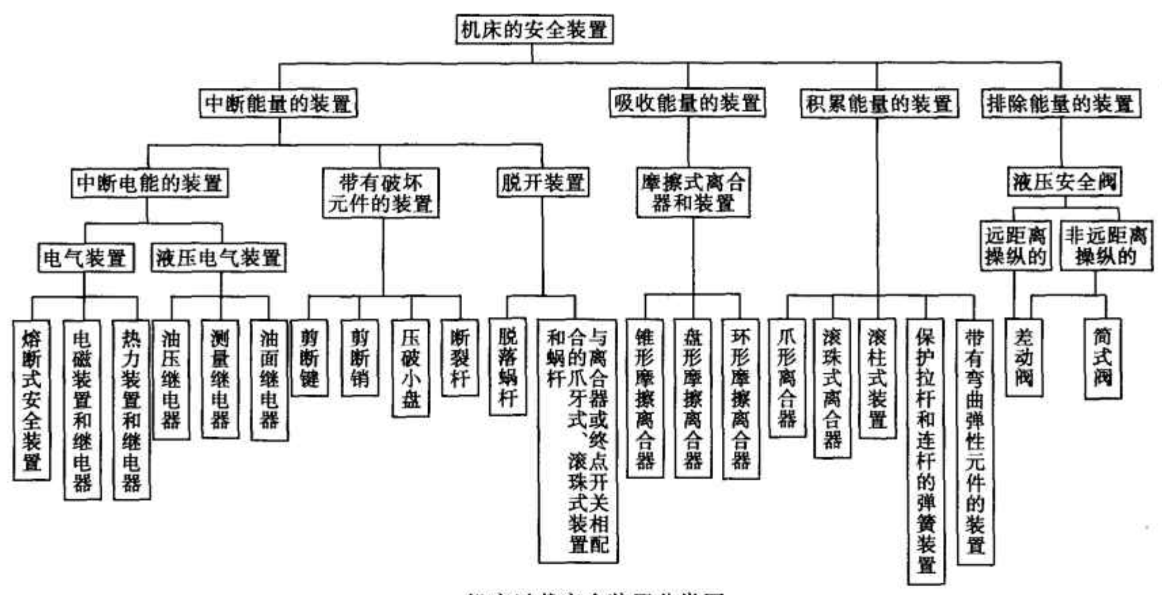
3. 防护栏杆。不能在地面上操作的机床，操纵台周围应设高度不低于0.8 m的栏杆；容易伤人的大型机床运动部位，如龙门刨床床身两端也应加设栏杆，以防工作台往复运动时撞人。

在危险性很高的部位，防护装置应设计成顺序联锁结构，当取下或打开防护装置时，机床的动力源就被切断。有一种比较简单轻便的联锁结构——电锁，它可用于各种形式与尺寸的防护罩的门上。转动它的旋钮，安装在防护罩门上的锁体内的门闩就进入固定不动的插座内，关闭防护罩的门。与此同时，三个电源插片也伸出进入插孔而使机床三相电源接通。由于门闩与插片是联锁同时动作的，所以，打开防护罩门，插片退出插孔，机床电源也就被切断。

防护装置可以是固定式的（如防护栏杆），或平日固定，仅在机修、加油润滑或调整时才取下（如防护罩）；也可以是活动式的（如防护挡板）。在需要时还可以用一些大尺寸的轻便挡板（如金属网）将不安全场地围起来。

金属切削机床的保险装置　有下列几种类型：

1. 机床过载保险装置。通常由感受元件、中间环节和执行机构组成。感受元件记录所检参数的变化，并通过中间环节传令给执行机构以实现保险。所有这些部分可以组成一个部件，成为一个直线作用的保险装置，或位于保险对象的不同位置而成为间接作用的保险系统。过载安全装置按照能量形式和工作特性可分为下列几种（见下图）。



机床过载安全装置分类图

2. 机床限位保险装置。为了使运动部件、刀具完成行程，到达预定位置后能自动停下，常采用行程限位保险装置。当工作台到达预定位置时，挡块将行程开关压下，工作台就自动停止或返回。

3. 机床顺序动力联锁保险装置。在操纵机床时，若要求上一个动作未完成前，下一个动作则不能进行。为了保险，可设顺序动作联锁装置。

4. 意外事故联锁保险装置。用于电源突然中断时，补偿机构（如蓄电器、止回阀等）立即起作用使机床停车。

5. 制动装置。为迅速停机以装卸被加工工件，以及在发生突然事故时及时停机，都需要使机床立即停止运转的制动装置。制动装置类型很多，按结构分为：块状闸、具有活动套圈的圆筒闸或内块状闸、带闸、锥形闸及圆盘闸等；按制动力分为：手动、液压、电力或气压等。可根据使用要求及其特点来选用。

安全操作要点　包括工作前、工作中和工作后。

1. 开始工作前的要求

(1) 穿工作服，扎紧袖口，头发压在工作帽内。

(2) 检查工作场地，了解前班中机床运转情况。

(3) 检查脚踏板和手工工具（如锉刀、扳手等）。

(4) 布置工作场地，按左、右手习惯放置工具、刀具等，毛坯、零件要堆放好。

(5) 检查本机床专用起重设备状态。

(6)检查机床状况:固定式防护装置的牢固性,电机导线、操作手把、手轮、冷却润滑软管等是否和机床运动件及回转刀具相碰等。

(7)合闸,接上电源,打开照明灯。

(8)空车检查启动及停止按钮、手把、润滑冷却系统。进一步根据工艺条件调好机床。

2. 工作时的要求

(1)被加工件质量大于20 kg时,应使用起重设备。为了移动方便,可使用专用的吊装夹紧附件,并且只有在机床上装卡可靠后,才可松开吊装用的夹紧附件。

(2)在工件回转或刀具回转的情况下,禁止戴手套操作。

(3)紧固工件、刀具或机床附件时要站稳,勿用力过猛。

(4)每次开动机床前都要确认对任何人都无危险。

(5)当机床已在运转时不能变动手柄和进行测量、调整以及清理等工作。操作者应观察加工进程。

(6)如果在加工过程中形成飞起的切屑,为了安全应放防护挡板。从工作地和机床上清除切屑和防止切屑缠绕在被加工件或刀具上,不能直接用手拿,也不能用压缩空气吹,而要用专门的工具。

(7)正确地安放被加工件,不要堵塞机床附近通道,要及时清除切屑。工作场地特别是脚踏板上,不能有冷却液和油。

(8)经常检查工件在工作地或库房内堆放的稳固性,当将这些零件移到运箱中时,要确保它们位置稳定以及运箱本身稳定。堆垛高度,小件不应超过0.5 m,中件不超过1 m,大件不超过1.5 m。

(9)当离开机床时,甚至是短时间离开,也一定要关电门停车。

(10)当出现电绝缘发热气味,发现运转声音不正常时,要迅速停车检查。

3. 工作结束时的要求

(1)关停机床,整理工作场地,放置好刀具、附件、测量工具并擦净。

(2)将切屑扫集到盘中或簸箕中,除了切屑落入难以清除的部位,禁止用压缩空气来清理切屑。

(3)在导轨面上涂防锈油。关闭机床上照明灯,并将机床从电网上切断(拉闸)。

kongqi yasuoji anquan

【空气压缩机安全】 用以输送压力高于300 kPa压缩空气的机械称为空气压缩机。由于铸造、锻造及机械加工等车间中有一些气动设备、气动操纵装置及气动工具,因此要设立空气压缩机站或独立设置空压机室,为这些设备、装置及工具提供压缩空气。

因为空气压缩机的功率较大,转速较高,通常通过两级压缩,将低压空气变为高压压缩气体,所以空压机的主要部件都承受较大的负荷。如果因维修保养不当、保护装置失灵或操作不当等原因而发生事故,如压缩汽缸破碎,则可能造成严重后果。因此,在空压机使用过程中,必须注意以下安全技术问题:

1. 空压机的操作人员必须熟悉所使用压缩机的结构、原理、技术性能及正规的操作方法,能分析各种故障特征、产生的原因及掌握排除方法,并有处理一般故障的技能。

2. 空压机所用仪表、阀门、安全装置、电气装置、地线必须处于良好状态,并定期检查、校正,保持灵敏、准确、可靠。

3. 开车前要全面检查压缩机、传动机构及油箱油量。打开或者关闭需要的阀门,打开冷却水系统。

4. 机器要逐步启动,逐渐加大负荷。运转过程中要注意观察气压、电流、冷却水温、油温及压缩机转动等情况是否正常。要防止被高速运动的零件碰伤。

5. 运转中,如发现缺油、缺水或电压、电流、声响不正常时,应立即处理,必要时应停车排除故障。

6. 过滤器要定期清洗,贮气罐要经常排油放水。冬季停车后需将汽缸冷却水排出,防止冻坏设备。检查时应先切断电源,放出压缩气体。

chechuang anquan

【车床安全】 车床就是做直线运动的车刀对作旋转运动的金属工件进行切削加工的机床。在车床上加工零件时,一般是将工件装夹在主轴的卡盘上,由主轴带动做旋转运动,车刀装在刀架上,由刀架带动做纵、横两个方向的直线运动。

车削加工特点和类型 车床在机器制造行业中使用最为广泛,可用来加工内外圆柱表面、内外圆锥表面、内外螺纹表面、端面、成型表面、切断、切槽、滚花及绕弹簧等。其主要类型有仪表车床、单轴自动车床、复轴自动和半自动车床、转塔车床、曲轴及凸轮车床、立式车床、落地普通车床、仿形及复刀车床、轮轴锭辊及镑齿车床等。

车削加工不安全因素和防护措施 车削加工最主要的不安全因素是切屑的飞溅,以及车床的附件和工件造成的伤害。

切削过程中形成的切屑具有塑性卷曲、边缘锋利的特点,对操作者有很大的威胁,特别是连续而且成螺旋状的切屑,一旦缠绕操作者的手或身体,将会发生严重的伤害。因此,必须采取相应的断屑措施,如采用断屑器或在车刀上磨出断屑槽等。切屑的形状随被加工材料的性能、刀具几何角度、切削用量、润滑条件的改变而改变。因此,可以通过选择适当的上述条件来改变带状切屑或崩碎切屑的形状,以减少对人体的

伤害。

崩碎切屑是沿着与主切削刃成正交方向射出的，射向操作者。为预防这类切削的伤害，最好是在车床上安装活动式透明防护挡板。这样，不仅可以将危险部位隔离开来，而且也不影响操作者对加工情况的观察和操作。另外，借助气流或切削液对切屑进行冲洗，也可改变切屑的射出方向。

在车削加工时暴露在外的旋转部分，如装夹工件的拨盘、卡盘、鸡心夹等附件在转动时，由于这些附件上的凸出部分会钩住操作者的衣服或将手卷人转动部分而造成伤害事故。尤其是长棒料工件和异形加工物的突出部分更容易伤人。为防止这类事故，应使用防护罩式安全装置将危险部位罩住。例如，采用安全形鸡心夹头、安全拨盘等。

车床运转中用手清除切屑、测量工件或用砂布打磨工件毛刺，极易造成手与运动部件相撞；工件及装夹附件没有夹紧，就开机工作，易使工件等飞出伤人；工件、半成品及手用工具、夹具、量具放置不当，如卡盘扳手插在卡盘孔内，均易造成扳手飞落、工件弹落的伤人事故；机床局部照明不足或灯光刺眼，不利操作者观察切削过程，而产生错误操作，导致伤害事故；车床周围布局不合理、卫生条件不好、切屑堆放不当，也易造成事故；车床技术状态不好、缺乏定期检修、保险装置失灵等，也会造成由机床事故而引起的伤害事故。对以上不安全因素，均应采取相应的安全防护措施。

xichuang anquan
【铣床安全】 铣床就是以做旋转运动的多刃铣刀对做直线运动的金属工件进行铣削加工的机床。

铣削加工的特点和类型 铣床加工范围广，生产效率高，所以得到广泛使用。可用它来加工水平面、斜面、阶梯面、沟槽及各种成型表面。其主要类型有单臂及单柱铣床、龙门及双柱铣床、平面及端面铣床、仿形铣床、立式铣床、卧式铣床、圆工作台铣床、工具铣床等。

铣削加工不安全因素和防护措施 高速旋转的铣刀及铣削中产生的振动和飞屑是主要的不安全因素。

为防止铣刀伤手事故，可在旋转的铣刀上安装防护罩。防护罩可采用活动式的，当铣刀工作时，防护罩在弹簧的作用下向上升起，当铣刀结束铣削时，防护罩下降，遮住铣刀。这样就可以保证在不停车的情况下安全地装卸零件和测量工件。

铣削为多刃切削，因而会引起铣床的振动，产生噪声。另外，由于铣削时切削刀的变化较为强烈，致使主轴和刀杆产生扭转振动，从而造成主轴箱中齿轮受到反复冲击载荷作用，引起振动和噪声。当振动传到铣刀刀齿时，则会发生崩刃现象。为了减少铣床的振动，多数铣床的主轴都装有飞轮。对于卧式铣床的振动原因，主要是由于悬梁的挠曲和刀杆的扭转所引起的。因此，在卧式铣床悬梁上可采用防振装置。这类防振装置是在悬梁的空腔内，充满和黏稠油混合在一起的大小不同的钢球。当铣削引起振动时，黏稠油快速流过球体之间的缝隙，便产生了与振动方向相反的黏滞阻力，因而起到相当好的吸振作用。另外，还可在悬梁上增加辅助质量，或在铣刀杆上直接装上阻尼器。

飞屑烫人事故常有发生，因此，在高速铣削时，在切屑飞出的方向必须安装合适的防护网或防护板。操作者工作时要戴防护眼镜，铣铸铁零件时要戴口罩。

zuanchuang anquan
【钻床安全】 钻床就是做旋转运动的孔加工工具(钻头)，在轴向送进中对固定不动的金属工件内表面进行钻削加工的机床。

钻削加工的特点和类型 钻床用于钻孔、扩孔、铰孔及攻螺纹。主要类型有台式钻床、立式钻床、摇臂钻床、深孔钻床、中心孔钻床及卧式钻床等。

钻削加工不安全因素及防护措施 在钻床上加工工件时，主要危险来自旋转的主轴、钻头、钻夹，及随钻头一起旋转的长螺旋形切屑。旋转的钻头、钻夹及切屑易卷住操作者的衣服、手套和长发；工件装夹不牢或根本没有夹具而用手握住进行钻削，在切削力作用下，工件松动歪斜，甚至随钻头一起旋转而伤人；切削中用手清除切屑，用手制动钻头、主轴而造成伤害事故；使用修磨不当的钻头、钻削量过大等易使钻头折断而造成伤害事故；卸下钻头时，用力过大，钻头落下砸伤脚；机床照明不足或有刺眼光线、机床技术状态不佳、制动装置失灵等都是造成伤害事故的原因。

为确保安全生产，应采取相应的防护装置和防护措施：在旋转的主轴、钻头四周设置圆形可伸缩式防护网；采用带把手楔铁，可完全防止卸钻头时，钻头落地伤人；各运动部件应设置性能可靠的锁紧装置，台钻的中间工作台、立钻的回转工作台、摇臂钻的摇臂及主轴箱等，钻孔前都应锁紧；凡需紧固才能保证加工质量和安全的工件，必须牢固地夹紧在工作台上，尤其是轻型工件更需夹紧牢固，切削中发现松动，严禁用手扶持或运转中紧固；安装钻头及其他工具前，应认真检查刃口是否完好，与钻套配合表面是否有磕伤或拉痕；刀具上是否粘附着切屑等；更换刀具应停机后进行；不要把工件、工具及附件放置在工作台或运行部件上，以防落下伤人。使用摇臂钻床时，在横臂回转范围内不准站人，不准堆放障碍物。钻孔前横臂必须紧固。钻薄板工件时，下面要垫平整的木板。较小的薄板必须用手钳卡牢，快要钻透时要慢进，防止划伤手臂。钻深孔时要经常抬起钻头排屑，以防钻头被切屑挤死而折断。工作结束时，应将横臂降到最低位置，主轴箱靠近立柱。

baochuang anquan

【刨床安全】 刨床就是在刀具与金属工件的相对直线往复运动中,实现刨削加工的机床。

刨削加工的特点和类型 刨床用于加工各种平面和各种槽沟。主要类型有牛头刨床、龙门刨床、单臂刨床、插床、刨边机等。

刨削加工的不安全因素和防护措施 直线往复运动部件(如牛头刨床滑枕、龙门刨床工作台等)发生飞车,或将操作者压向固定物(如墙壁、柱子等);工件"走动",甚至滑出;飞溅的切屑等是主要不安全因素。为了保证刨削加工中的安全性,可采取如下防护措施:

1. 对高速切削的刨床,为防止工作台飞出伤人,应设置限位开关、液压缓冲器或刀具切削缓冲器。

2. 工件、刀具及夹具装夹要牢固,以防切削中产生工件"走动",甚至滑出以及刀具损坏或折断,而造成设备和人身事故。

3. 工作台、横梁位置要调整好,以防开车后,工件与滑枕或横梁相撞。

4. 机床运转中,不要装卸工件、调整刀具、测量和检查工件,以防被刀具、滑枕撞击。

5. 机床开动后,不能站在工作台上,以防机床失灵造成伤害事故。

6. 牛头刨床工作台或龙门刨床刀架做快速移动时,应将手柄取下或脱开离合器,以免手柄快速转动或飞出伤人。

7. 应在龙门刨床上设置固定式或可调式防护栏杆,以防工作台撞击操作者或将操作者压向墙壁或其他固定物。

8. 装卸大型工件应尽量使用起重设备,工件吊起后,不要站在工件下面清理切屑或污物,以防意外。

mochuang anquan

【磨床安全】 磨削加工是最广泛的切削加工方法之一。由于磨削存在着特殊的优点,如磨削加工可以获得较高的精确度,加工余量可以很小,而且能加工淬火钢以及其他用金属切削工具不能加工的较硬的材料等。因此,在机器制造业中,磨床(包括平面磨床、工具磨床、外圆磨床、内孔磨床等)占有相当大的比重,尤以平面磨床使用最为广泛。

平面磨床就是用磨具(砂轮)对金属工件平面进行精加工的机床。工作时,砂轮做高速旋转运动和低速进给运动;钢、铸铁等磁性工件直接安装在磁力吸盘上,铜、铜合金、铝等非磁性工件通过精密虎钳、简易夹具固定在磁力吸盘上,或用黏结剂粘在吸盘上,做直线往复运动和圆周送进运动,实现对工件的加工。旋转砂轮的破碎及磁力吸盘上工件的窜动、飞出是造成伤害事故的主要原因。为此,应设置具有足够张度、开口角度合理(最大不能超过150°)的砂轮防护罩,罩内最好敷设缓冲材料,以减少碎块二次弹射伤人。在磁力吸盘上装键、垫圈、薄壁环等尺寸小的工件时,四周应加长条形挡铁围住,以防因磁力小,工件在磨削力作用下叠加挤碎砂轮或工件飞出伤人。安装小的工件时,还应注意使工件遮盖尽可能多的绝磁层,而且绝磁层对称安装,可保证吸力大而均匀,防止工件走动或翘起。磨削基准面小的工件时,四周应用底面大,高度略低于工件高度的挡铁围住,以防在磨削力作用下,工件弹出伤人。用珩磨法磨平面时,工件与砂轮接触面积大,发热大,砂轮易堵塞,应选用硬度低、颗粒大、组织疏松、树脂结合剂的砂轮,以防工件变形,砂轮破碎。磨削加工时,由于砂轮不断磨损和修整,会产生大量粉尘,且粒径在5 μm以下的尘粒达80% ~90%,所以应设吸尘装置,以减小粉尘的污染和对操作人员的危害。磨削加工经常会产生很强的噪声,特别是磨削金属薄板时,噪声可高达100 dB(A),可通过选用低噪声的油泵和降低油泵电动机的转速,使用低噪声的溢流阀及浸油型电磁阀等措施降低噪声。

shalun anquan

【砂轮安全】 砂轮又称"磨轮",是由磨料、结合剂经压坯、干燥、焙烧而成的多孔疏松体,是磨床上用的切削工具。工作时,把砂轮夹紧在磨床主轴上,随主轴做旋转的主体运动和进给运动,对工件进行磨削加工。按砂轮形状有圆盘形、碗形、杯形、筒形、双斜边形、双面凹形等。

砂轮破碎的原因 砂轮破碎导致碎片高速飞出伤人,后果严重,构成磨削事故的主要危险源。由于砂轮组织结构的特点(虽含有众多坚硬锋利的磨粒,但本身的强度比较低),增加了破碎的机会。造成砂轮破碎主要有以下几种原因:

1. 砂轮的自身缺陷。如裂纹、缺口或制造的质量问题导致砂轮强度减弱。

2. 使用不当。常出现的问题是砂轮转速过高,超过安全使用的额定转速,或磨削进给量过大,造成工件与砂轮的作用力超出砂轮的承受力;

3. 砂轮安装方法不正确,两侧装卡力不平衡,产生过剩应力,或因固定不牢,在使用中松脱。

4. 被加工件夹紧不可靠,受力后撅起,跑偏,与砂轮发生撞击。

5. 运输和储存不当,受到较大的震动和冲击,或受潮、冻、高温及与有害物质接触,造成砂轮内部组织破坏。

针对以上原因,应从生产、运输、检验、安装、使用和防护诸方面采取措施,保证砂轮安全。

砂轮安全速度 砂轮的安全速度是指砂轮外圆周面上的圆周线速度。砂轮的安全速度是砂轮工作中所允许的最大圆周线速度。砂轮在小于或等于安全速度

工作时,砂轮不会被离心力所破坏,工作是安全的。如果超过安全速度工作时,离心力就有可能超过结合剂的黏结能力,使砂轮有发生破碎的危险。由于砂轮的危险性较大,因此规定的砂轮安全速度远较砂轮危险的临界速度为低,以确保生产安全。砂轮的安全速度是根据其形状及结合剂材料而确定的。如普通平形砂轮,采用陶瓷结合剂的安全速度规定为35 m/s,而用树脂结合剂的规定为40 m/s。一般常用砂轮在其侧面都标注有规定的安全速度。

砂轮静平衡方法 砂轮的重心如果和它的回转轴线不重合,就会产生偏重,旋转时,由于其离心力不等而引起所谓的砂轮不平衡。引起砂轮不平衡的原因很多,如外圆与内孔不同心、两端面不平行、各部分密度不均匀以及安装时装偏等。砂轮的不平衡将会导致砂轮的振动,加快轴承的磨损,降低磨削工件表面的粗糙度,严重的不平衡还可能由于离心力超过砂轮的结合强度而导致砂轮破碎。

为了使砂轮能够稳定、平衡地进行磨削工件,确保生产安全,一般磨床用砂轮直径大于150 mm时,就需要进行砂轮静平衡试验。砂轮的静平衡试验方法是:

1. 按规定的方法和要求将砂轮安装好之后,套装在试验静平衡的心轴上。

2. 将平衡架放在平整的地面上,然后用水平仪检查和调整导轨的水平度,以达到规定的要求。

3. 将砂轮放在平衡架上,轻轻转动,偏重的一边自然朝下,画线后向上移动另外两块平衡块,继续调整,直到对称选定的四点或八点砂轮都可以停住不动,即达到静平衡的要求。

4. 高精度磨床的砂轮,在第一次静平衡试验之后,要安装在磨床上进行砂轮外圆的修整,然后进行第二次静平衡试验、调整,以提高砂轮平衡的精度。

5. 在完成静平衡之后,应将平衡块的螺钉拧紧,防止其移位破坏砂轮的平衡状态。

砂轮的安装及其安全要求 由于砂轮的转速很高,砂轮又较脆,偶尔的破碎又可能造成严重的后果。所以,砂轮安装是否得当合理,是否安全可靠,就显得非常重要。安装砂轮时应注意以下安全要求:

1. 砂轮孔径应能自由地安装到砂轮主轴或砂轮卡盘上,并保持符合粗精磨对孔径配合间隙的技术要求。

2. 砂轮孔径过大,允许使用缩孔衬套。衬套宽度要小于砂轮厚度,但不得小于砂轮厚度的1/2。砂轮卡盘直径不得小于砂轮直径的1/3,以保证砂轮有足够的动力和扭矩。

3. 砂轮卡盘要有足够的刚性,压紧砂轮侧面后能保持平整和均匀的接触,压紧面之间必须垫以柔性垫片(石棉橡胶板),厚度为1 ~2 mm,其直径大于卡盘直径2 mm为宜。为保证接触面间能压紧、压实,应保持清洁,无附着物。

4. 安装砂轮时,应注意控制压紧螺母或螺钉的松紧程度,既要保证砂轮磨削时不打滑,又要防止压力过大,造成砂轮破损。为此,最好使用扭力扳手。如有多个压紧螺钉时,应按对角次序,逐步拧紧。

5. 砂轮及卡盘总质量超过16 kg时,应采用吊装方法装在磨床上并避免碰撞。

6. 新砂轮安装后要认真检查,确认稳妥后,方可试车,声响及运转等一切正常,即可投入生产。

7. 新装砂轮空运转的规定(以工作速度进行空车试验):

(1)直径≥400 mm,空运转时间应大于5 min;

(2)直径 <400 mm,空运转时间应大于2 min。

砂轮检验 领取砂轮后,除要核对砂轮的磨料、粒度及尺寸是否符合需要之外,还要对砂轮进行认真的检验。

首先,进行外观检查。使用者用目测法,仔细观察砂轮的外观有无撞伤及破损等情况。有损伤的砂轮,不准使用。

其次,进行音响检查。可将砂轮通过中心孔悬起或用手托住并平行放在平整的硬地面上,用小木锤或合适的木棒敲击砂轮,如几个方向敲击时音响都很清脆,即表明砂轮无裂纹,可以使用。如果音响发闷、嘶哑,则表明砂轮有破损或裂纹,不准使用。

砂轮的安全防护装置 由于高速旋转的砂轮可能对操作者造成各种伤害,所以,使用的所有砂轮都必须安装可靠的防护装置。如平面磨床、外圆磨床和内孔磨床都装有固定的砂轮防护罩。防护罩将砂轮的周围遮住,以便在砂轮一旦破碎时能将其碎片罩住,不致伤人。砂轮罩因工作需要留出适当的开口,以便砂轮进行磨削加工,开口越少则危险性越小,但必须保证砂轮的拆装方便。对砂轮防护的技术要求如下:

1. 防护罩一般由圆周结构及两侧构件组成,应将砂轮、卡盘及主轴前端全部罩住,保证足够强度及装卡牢固。

2. 防护罩材料的抗拉强度应不低于415 N/mm^2,壁厚依其结构形式、砂轮转数和大小,选用相应标准规定的铁板厚度。

3. 防护罩形状和开口角度要根据各种磨床的需要和规定数据制作,构造上应便于更换砂轮。

4. 组合式或焊接式砂轮防护罩的连接强度和焊缝强度应不低于防护罩构件本身的强度。

tangchuang anquan
【镗床安全】 镗床就是做旋转运动的镗刀对金属工件上的孔或其他表面进行加工的切削机床。

镗削加工特点和类型 镗床的刀具装在镗杆或平旋盘刀架上做旋转的主体运动,并相对夹持在工作台

上的工件做送进运动。可对大型工件进行钻孔、扩孔、铰孔、镗孔、攻丝、铣平面、车外圆柱表面、车端面，有的可加工内外螺纹。主要类型有卧式镗床、坐标镗床、金刚镗床、深孔镗床、镗缸机（对汽缸体内孔进行精密、光整加工的专用金属切削机床）及数控镗床等。

镗削加工不安全因素和防护措施 旋转的镗杆、平旋盘上的凸出部分（如刀具、刀具夹具、夹紧螺钉头等）钩住衣服或撞击操作者；由于镗床运动复杂、手柄繁多，易发生误操作手柄；大型工件安装、调整、测量难度大等都是造成伤害事故的原因。为了提高镗削加工中的安全性，可采取下列防护措施：

1. 镗床应设置保险机构和电气联锁装置，以防由操作失误而造成伤害事故。

2. 用刻线尺及光栅或感应同步器数码显示测量装置代替粗尺和游标尺，采用悬挂式集中按钮站，实现远距离集中操作，以减少因操作失误和测量困难而引起的伤害事故。

3. 设置气动专用夹具，减少大型工件定位、调整、夹紧时引起的伤害。

4. 开机前要认真检查保险装置、锁紧装置、各操作手柄是否完好，做试运转检查各系统工作是否正常，快速进刀有无障碍，上下限位开关是否能安全启动。一切正常才能使用。

5. 调整镗床主轴箱时，应先松开立柱夹紧机构，否则会使镗杆弯曲及夹紧装置损坏而造成伤害事故。

6. 开机时应先手动进给，待刀具接近加工部分，再机动进给，刀具在工作位置时，不要停、开车。

7. 镗床工作时，不准测量尺寸、对样板或用手摸加工表面。

8. 扩孔、钻孔、镗孔时不准将头贴近加工孔观察切削情况，以防被卷入或被切屑崩伤。

9. 工作时不要将手伸进旋转的镗杆取东西或调整机床。

10. 使用平旋盘进行切削时，刀盘螺钉要拧紧，不准站在对面或伸头查看，以防刀盘螺钉和斜铁甩出伤人。

11. 启动工作台自动回转时，必须先将镗杆缩回，工作台上不能站人，否则人易被撞倒或镗杆弯曲、折断伤人。

12. 大型镗床应设有梯子或台阶，梯子坡度不应大于50°，并设有防滑脚踏板。

13. 镗床使用的夹具、量具和附件等，严禁放在工作台、工件、主轴箱等运动部件上，以防掉落，飞出伤人，并应按顺序放置在使用方便又不影响操作的专用台上。

jixie chuandong fanghu

【机械传动防护】 各种机床都配有机械传动机构，常用的传动机构有：齿轮传动机构、带传动机构、联轴器传动机构、链条链轮传动机构等。所有这些机构都是高速运动的旋转体，都具有危险性，人体的任一部分被绞带进去都将会造成严重伤害，所以必须对传动机构的危险部位安装可靠的防护装置，以保证人身安全。

机械传动防护装置的设计原则 机械传动防护装置从结构、材料到布局都应设计合理，以不妨碍操作，便于维修，具有足够的强度和刚度，在意外情况下能防止操作人员受到机械伤害为原则。为此，必须充分考虑机器传动部件危险处的实际情况及受力状况，对可能产生的飞出物和自身松脱物能确实起到保护作用。

机械传动防护装置的基本形式 机械传动装置的防护，一般多采用遮盖全部运动部件的方法。在操作者有可能碰撞、卷入的危险部位，必须安装栅栏或防护罩。栅栏和防护罩设置的位置、栅栏的间隔、金属网眼的宽度和开口部位的大小，必须根据操作者的手和身体的活动范围科学地确定。

防护装置形式一般可采用固定防护式、联锁防护式和自动防护式。固定防护式能完全防止人与机械传动的危险部位接触。这种装置安装牢固，能防止人体任何部位进入危险区域，而且需要专用工具才能拆除，这种工具只有经批准才可得到。当不能或不适合使用固定式防护装置时，可采用与机器互锁的联锁防护装置。当防护罩一旦开启，传动机构就不能作任何运动，只有闭合之后才能正常运转。这样可使操作者避免与危险部位接触而受到伤害。如果前面两种防护装置都不适用，可采用自动防护装置。这种防护可以通过各种不同的方式予以实施，如采用光线式保护装置；在机器上安装自动滑动隔板，使操作者与危险区域隔开。

几种常用传动机构的防护措施

1. 齿轮传动防护。在齿轮系统的传动中，直齿、斜齿、锥齿及蜗轮传动中的任何一种都存在较大的危险性。因此，绝大多数的齿轮传动都采用全封闭式防护装置，如各种机床的主轴变速箱、进刀变速箱等。但总有少数齿轮露于机器外部，这也会带来伤害，所以，要对所有裸露于机器外部的齿轮装上防护罩。防护罩多用铁板焊接而成，其外形应与传动机构外形相符。罩子要坚固牢靠，外形圆滑、美观，不留尖角，要便于开关、维护和保养。

2. 带传动防护。带传动平稳、噪声小、结构简单，可防止过载，故广泛应用于机器传动中。但由于带高速旋转易产生摩擦生电及放电现象，所以不宜使用在容易发生易燃易爆的场所。带传动的主要危险处于带进入带轮的地方和带的接头处，所以一般机器上所使用的带传动机构都要安装带防护罩，对于空中距地面2 m以上的宽大、高速带也应当采取防护措施。一般带防护罩多用薄铁板制作，装卡要牢固，防止振动脱落。使用带时注意接头卡固牢靠，松紧适宜，防止断开。

3. 联轴器传动防护。高速旋转而又凸出于轴外的法兰盘、键、销及连接螺栓等都是危险因素，常会绞带衣服，对人身造成伤害。为此，要采用沉头螺钉、不带凸出部分的安全联轴器以及筒形防护罩等措施，以保证安全运转。

qiangong zuoye anquan

【钳工作业安全】 使用手动工具，用手工操作的方法改变工件的形状、尺寸及表面状况或确定零件间相互位置关系的加工称为钳工。通常钳工可分为装配、工具、模具和基础钳工等不同的工种。由于机器制造业用手工加工的任务较多，如画线、錾切、锉削、刮研、装配及攻套螺纹等，所以，企业中都有相当数量的钳工。由于使用设备较少，绝大部分是手工操作，因此，操作不当常会发生某些伤害事故。基础钳工在操作中应注意以下一些安全问题：

1. 手工工具。禁止使用有裂纹、毛刺及手柄松动等不符合要求的工具，并严格遵守常用工具的安全操作规定。锉刀、刮刀柄部必须安装牢固，防止戳伤手掌和手腕。不得使用淬火硬度过高的錾子，防止锤击时崩碎伤人。扳手不要沾油，防止打滑撞伤手臂。

2. 台虎钳。台虎钳上不要放置工具，以防掉下伤人。虎钳口经常保持完好，钳口松紧程度要以灵活为准。工件必须卡正、卡紧，装卡工件时防止掉下伤人。使用回转台虎钳，必须把固定螺钉紧牢。台虎钳手柄要置于下部。

3. 錾切。錾切时，工件要卡紧，锤子头不得松动，錾子刃部要保持锋利，锤击端不得有卷边和飞刺。錾削时不准正对人行通道和他人工作的地方，避免铁屑伤及他人。

4. 锯切。锯条要装正，松紧适当，过松或过紧都容易使锯条折断伤人。锯切时锯条要靠近钳口，不得扭摆，用力不可过大，否则容易折断锯条。工件要卡牢，即将锯断时应减小压力或单手锯切，另一手扶住被锯下的部分，防止掉下砸脚。

5. 钻孔、打锤时不得戴手套，钻孔时要按安全操作规程进行。

6. 刮研。刮研较大工件时，必须要安放平稳，座架牢固可靠，防止大件散落伤人。吊装、翻转时绳子要拴牢，滑脱时可能会造成严重人身伤亡事故。刮研碎屑不可用手清除，以免划伤。三角刮刀用毕，不要放在与手经常接触的地方，并要妥善保管。

shoudianzuan de anquan shiyong

【手电钻的安全使用】 手电钻是一种手握钻孔的工具，由电动机、减速齿轮和金属外壳组成。其规格是以所能钻孔的最大直径来标记的，通常标记有6 mm、10 mm、13 mm等。

一般由于工件很大或者其形状特殊，不能把它装卡在钻床上钻孔时，才采用手电钻进行加工。使用手电钻时应注意以下安全问题：

1. 使用前必须检查电源线、地线及插头有无损坏及破皮等情况，并核对线路电压，确定完好后方可使用。使用220 V以上的电源电压的电钻时，应戴绝缘手套，穿绝缘鞋或垫绝缘垫。对闲置不用的电钻，使用前要检测其绕组与外壳的绝缘电阻，大于0.5 MΩ时方可使用。

2. 使用时先接通电源，空转试验，运转正常不漏电方可装卡钻头，钻头要卡正、卡紧，防止打滑。钻孔时应先启动，缓慢接触工件，钻孔不得用力过猛，防止钻头倾斜，不要把身体直压在上面，防止钻头折断或扭伤手臂。

3. 发现钻头打滑时要立即停钻，重新卡紧。遇有不正常的声响应停钻，然后检查并排除。如发现严重火花、怪味或冒烟以及漏电等情况时，应立即断电，停止使用，请电工修复后方可再用。

4. 移动电钻时应断电，手拿电钻移动，不得拉电线扯动电钻，防止拉断电线接头而发生触电事故。带有漏电保护装置的电钻，在使用前必须按下漏电保护开关。

shoushalun de anquan shiyong

【手砂轮的安全使用】 手砂轮是手握的电动砂轮机，砂轮直接装在电动机的主轴上。一般是使用于不能用磨床或砂轮机磨削加工的零件。由于砂轮转速很高，用手握持，稳定性较差，操作和掌握不当，都可能发生伤害事故。使用手砂轮时要注意以下安全问题：

1. 使用前应检查电线、地线及电线接头、插头等是否良好，无漏电，一切正常方可使用。检查砂轮有无外伤、裂纹，然后进行空转试验，无问题才可使用砂轮进行磨削加工。

2. 使用手砂轮时要精神集中，戴防护眼镜及绝缘手套。磨削时两手要拿稳并缓慢接触工件，避免撞击。要用砂轮的正面磨削，禁止使用砂轮侧面，防止砂轮破碎伤人。危险部位不要让他人站立。

3. 砂轮未停止转动前不得用手触摸其转动部分或用手强制停转，转动的砂轮不准随意放置。

4. 发现手砂轮有不正常的声响时应立即断电停工检查，如属电气问题，应请电工检修。

anquan biaozhi yu anquanse

【安全标志与安全色】 机械设备易发生危险的部位应设有安全标志或涂有安全色，提示操作人员注意。

最常用的安全标志是警告标志和禁止标志。警告标志图中背景是黄色，边框和图像是黑色。禁止标志的背景是白色，中间斜杠及圆边框是红色，图像是黑

色。此外,还有必须佩戴个人防护用品和必须使用防护屏等的命令标志。命令标志的背景是蓝色,图色是白色。

《安全色使用导则》(GB6527.2—86)规定:为了使人们对周围存在的不安全因素环境、设备引起注意,需要涂以醒目的安全色,以提高人们对不安全因素的警惕。统一使用安全色,能使人们在紧急情况下,借助所熟悉的安全色含义,识别危险部位,尽快采取措施,提高自控能力,有助于防止发生事故。但安全色的使用不能取代防范事故的其他措施。安全色有红色、黄色、蓝色、绿色、红色与白色相间隔的条纹、黄色与黑色相间隔的条纹、蓝色与白色相间隔的条纹。对比色有白色和黑色。

1. 红色。表示禁止、停止、消防和危险的意思。凡是禁止、停止和有危险的器件、设备或环境,应涂以红色标记。如禁止标志、消防设备、停止按钮和停车、刹车装置的操纵把手、仪表刻度盘上的极限位置刻度、机器转动部件的裸露部分(飞轮、齿轮、带轮的轮辐、轮毂)、危险信号旗等。

2. 黄色。表示注意、警告的意思。凡是警告人们注意的器件、设备或环境,应涂以黄色标记,如警告标志、带轮及防护罩的内壁、砂轮机罩内壁、防护栏杆、警告信号旗等。

3. 蓝色。表示必须遵守的意思,如命令标志。

4. 绿色。表示通行、安全和提供信息的意思。凡是可以通行或安全情况下,应涂以绿色标记,如机器的启动按钮、安全信号旗、指示方向的提示标志(如太平门、安全通道、紧急出口、安全楼梯、可动火区、避险处等)。

5. 红色与白色相间隔的条纹。它比单独使用红色更为醒目,表示禁止通行、禁止跨越的意思。主要用于公路、交通等方面所有的防护栏杆及隔离墩。

6. 黄色与黑色相间隔的条纹。它比单独使用黄色更为醒目,表示特别注意的意思。常用于流动式起重机的排障器、外伸支腿、回转平台的后部、起重臂端部、起重吊钩和配重、动滑轮组侧板、剪板机的压紧装置、冲床和滑块、压铸机的动型板、圆盘送料机的圆盘、低管道等。

7. 蓝色与白色相间隔的条纹。它比单独使用蓝色更为醒目,表示指示方向,主要用于交通上的指示导向标。

(二)起重机械安全

qizhong jixie

【起重机械】 用来进行物料搬运作业的机械设备。起重机械通过各机构的组合运动,把物料提升,在空间一定范围内移动,然后按要求将物料安放到指定位置,空载回到原处,准备再次作业,从而完成一个物料搬运作业循环。起重机械的搬运作业是周期性的间歇作业。起重机在国民经济的各个部门都有广泛的应用,在现代生产、生活中起着重要作用。

起重机械分类 可分为轻小起重设备、起重机和升降机。

1. 常见的轻小起重设备有千斤顶、电动或手拉葫芦、绞车、滑车等。

2. 升降机包括垂直升降机、电梯等。

3. 起重机按结构不同,可分为桥架类型起重机、臂架类型起重机。

桥架类型起重机包括桥式起重机、门式起重机、装卸桥和缆索起重机。其共同特点是金属结构都有桥形主梁作为主要承载结构,取物装置悬挂在可沿桥形主梁运行的起重小车上。桥架起重机的主梁通过两端梁直接支承在高架轨道上。门式起重机通过两支腿横跨在地面轨道上,形成一个可横跨铁路轨道或货场的门架,外伸悬臂可扩大作业面积。而缆索起重机用缆索取代了桥形主梁,缆索固定在两支架顶部,悬挂在起重小车上的取物装置沿缆索运行,两支架分别在相距很远的轨道上运行。桥架类型起重机通过起升机构的升降运动、小车运行机构和大车运行机构的平面组合运动,在矩形空间内完成物料搬运作业。

臂架类型起重机包括流动式起重机(汽车起重机、轮船起重机、履带起重机)、塔式起重机、门座式起重机和铁路起重机等。臂架类型起重机在结构上都有一个悬伸出去可旋转的臂架作为主要受力构件,取物装置悬挂在臂架顶端,或悬挂在可沿臂架运行的起重小车上。通过起升机构、变幅机构、旋转机构和运行机构等四大机构的组合运动,实现物料搬运。流动式起重机靠轮胎、履带,可以长距离移动;塔式起重机、门座式起重机和铁路起重机均为有轨式,主要用于建筑工地、海港和铁路线上。

起重机组成 起重机械由驱动装置、工作机构、取物装置和金属结构组成。通过驱动装置将动力能量输入,转变为机械能,经过工作机构将其变为适宜的力或运动速度,再传递给取物装置,取物装置与物料直接作用,完成作业任务。可移动的金属结构将各部分连接成一个整体,承受起重机的自重和载荷。

起重机的驱动装置是用来驱动工作机构的动力设备,由原动机和控制设备组成,常见的有电力驱动、内燃机驱动、液力和液压驱动。电力驱动是现代起重机的主要驱动形式,几乎所有的有轨运行起重机、升降机、电梯等都采用电力驱动。流动式起重机(汽车、轮船、履带)采用热机,主要是内燃机驱动。液力和液压

驱动以液体作为工作介质,其实质是以电动机或内燃机为动力的传动系统,由于可大大改善原动机和工作机构的特性而得到广泛使用。人力驱动用于一些轻小起重设备,也用作某些设备的辅助、备用驱动(例如断电或事故状态)。

起重机的工作机构包括起升机构、运行机构、变幅机构和旋转机构,统称为起重机的四大机构。起升机构是用来实现物料垂直升降的机构,是任何起重机都不可缺少的部分,因而是起重机最主要、最基本的机构;运行机构是用来实现起重机或起重小车水平运行的机构,有无轨运行和有轨运行之分,按驱动方式分为自行式和牵引式两种;变幅机构和旋转机构是臂架起重机特有的工作机构,变幅机构是通过改变臂架的仰角,从而改变起重机幅度的机构;旋转机构可使臂架绕着起重机的垂直轴线作回转运动。

起重机的取物装置,是通过吊、抓、吸、夹、托或用其他方式吊运物料的装置,将被吊物料与起重机联系起来。根据被吊运物料的种类、形态、质量、大小,采用不同种类的取物装置。取物装置可以减轻作业人员的劳动强度,大大提高效率。防止吊物坠落,保证作业人员的安全和吊物不受损伤,是对取物装置安全的基本要求。

起重机的金属结构由金属材料轧制的型钢(角钢、槽钢、工字钢、钢管等)和钢板作为基本构件,通过焊接、铆接等方法,按一定的组成规则连接,承受起重机的自重和载荷的结构。梁、柱和悬臂是金属结构的主要部件,根据它们的不同组合,构成桥架、端梁、支腿、臂架、塔柱、车架等承载结构。金属结构按其构造可分为实腹式(由钢板制成,也称箱形结构)和格构式(一般用型钢制成,常见的有桁架和格构柱)两类。金属结构是起重机的重要组成部分,其质量约占整机质量的40% ~70%左右,重型起重机可达90%;其成本约占整机成本的30%以上。受力复杂、自重大、耗材多和整体可移动性是金属结构的工作特点。起重机的安全工作寿命,不是由任何一个易损零部件的寿命决定的,而主要取决于金属结构不发生破坏的工作年限。金属结构的破坏,会给起重机带来极其严重的后果。

起重机的主要参数 表示起重机主要技术性能和测量指标的参数。

1. 起重量 G(kg,t),指被起重的物料的质量。可分为额定起重量、最大起重量、总起重量、有效起重量等。额定起重量 G_n 指起重机能吊起的物料连同可分吊具或属具(如抓斗、电磁吸盘、平衡梁等)质量的总和。国家制定了起重量系列标准。吊钩起重机标牌上标定的起重量,就是安全起吊物料的最大质量即额定起重量;抓斗起重机则要从额定起重量中减去抓斗的质量后,才是可以安全起吊物料的质量。

2. 起重力矩 M(kg·m,t·m),对于臂架类型起重机来说,同一台起重机不同的幅度和不同的臂长,起重量的允许值是不等的。其起重特性指标是用起重力矩来表示的,起重力矩是幅度 L(m)与其相应的起吊物料质量 G(kg)的乘积。

3. 跨度 S(m),指架式类型起重机大车运行轨道轴线之间的水平距离。

4. 幅度 L(m),指臂架类型起重机置于水平场地时,空载吊具垂直中心线至回转中心线之间水平的距离。幅度有最大幅度和最小幅度之分。当臂架倾角最小或小车离起重机回转中心距离最大时,起重机幅度为最大幅度;反之为最小幅度。非旋转类型的臂架起重机的幅度是指吊具中心线至臂架后轴或其他典型轴线的距离。

5. 起升高度 H(m),指起重机水平停机地面或运行轨道顶面至吊具允许最高位置的垂直距离。下降深度 h(m),指吊具最低工作位置与起重机水平支承面之间的垂直距离。吊具最高和最低工作位置之间的垂直距离称为起升范围($D=H+h$)。

6. 工作速度 v,也称起重机工作机构的运动速度。

起升(下降)速度 v_n(m/s,m/min),指稳定运动状态下,额定载荷的垂直位移速度。

起重机(大车)运行速度 v_k(m/s,m/min),指起重机在水平路面或轨道上,带额定载荷的运行速度。

小车运行速度 v_t(m/s,m/min),指稳定运动状态下,小车在水平轨道上带额定载荷行驶的运行速度。

变幅速度 v_1(m/min),指稳定运动状态下,吊挂最小额定载荷,在变幅平面内从最大幅度至最小幅度水平位移的平均速度。

行走速度 v_0(km/h),指在道路行驶状态下,轮胎起重机吊挂额定载荷的平稳运行速度。

旋转角速度 ω(rad/min),指稳定运动状态下,起重机转动部分的回转角速度。

7. 工作级别,分为起重机工作级别、金属结构的工作级别和机构的工作级别。划分原则是在不同的载荷,不同的作用次数情况下,具有相同寿命的划分在同一级别。工作级别划分目的是为给设计、制造和用户提供一个安全、合理、统一的基础和参考标准,使起重机的工作状态得到比较准确的反映。起重机工作级别是起重机各组成部分的零件、部件、构件设计的重要依据,也是安全检查、事故分析计算和报废标准确定的依据,与安全有很大关系。一般来说,工作级别不同,安全系数就不同,零件的规格和尺寸不同,报废标准也不同。

(1)起重机工作级别与金属结构工作级别的划分方式相同,是按起重机利用等级和载荷状态来划分的。利用等级表示起重机在整个设计寿命期间的使用频繁程度,用总的工作循环次数 N 表示。根据总的工作循环次数 N 分为 U0 ~ U9 十级(见表1)。

表1　起重机利用等级

利用等级	总的工作循环次数 N	附　注
U0	1.6×10^4	不经常使用
U1	2.2×10^4	
U2	3.3×10^4	
U3	1.25×10^4	
U4	2.5×10^5	经常轻闲地使用
U5	5×10^5	经常中等地使用
U6	1×10^6	不经常繁忙地使用
U7	2×10^6	繁忙地使用
U8	4×10^6	
U9	$>4\times10^6$	

起重机的载荷状态按名义载荷谱系数分为Q1～Q4四级(见表2)。

表2　起重机载荷状态分级及其名义载荷谱系数

载荷状态等级	名义载荷谱系数	说　明
Q1-轻	0.125	很少起升额定载荷，一般起升轻微载荷
Q2-中	0.25	有时起升额定载荷，一般起升中等载荷
Q3-重	0.5	经常起升额定载荷，一般起升较重载荷
Q4-特重	1.0	频繁起升额定载荷

综合考虑利用等级和载荷状态，起重机工作级别分为A1～A8八级(见表3)。

表3　起重机工作级别的划分

载荷状态等级	名义载荷谱系数	起重机利用等级				
		U0	U1	U2	U3	U4
Q1-轻	0.125			A1	A2	A3
Q2-中	0.25		A1	A2	A3	A4
Q3-重	0.5	A1	A2	A3	A4	A5
Q4-特重	1.0	A2	A3	A4	A5	A6
载荷状态等级	名义载荷谱系数	起重机利用等级				
		U5	U6	U7	U8	U9
Q1-轻	0.125	A4	A5	A6	A7	A8
Q2-中	0.25	A5	A6	A7	A8	
Q3-重	0.5	A6	A7	A8		
Q4-特重	1.0	A7	A8			

注：若与我国过去规定的起重机工作类型对照，大体上相当于：A1～A4——轻；A5～A6——中；A7——重；A8——特重。

(2)机构工作级别是按各个工作机构的利用等级(机构工作的繁忙程度，即机构设计总使用寿命期内处于运转状态的总小时数)和载荷状态(表明机构受载的轻重程度)来划分的。

机构利用等级按机构总设计寿命分为T0～T9十级(见表4)。

表4　机构利用等级

机构利用等级	总设计寿命(h)	说　明
T0	200	不经常使用
T1	400	
T2	800	
T3	1 600	
T4	3 200	经常轻闲地使用
T5	6 300	经常中等地使用
T6	12 500	不经常繁忙地使用
T7	25 000	繁忙地使用
T8	50 000	
T9	100 000	

机构的载荷状态按名义载荷谱系数分为L1～L4四级(见表5)。

表5　机构载荷状态分级及其名义载荷谱系数

载荷状态等级	名义载荷谱系数	说明
L1-轻	0.125	经常承受轻的载荷，偶尔承受最大的载荷
L2-中	0.25	经常承受中等载荷，较少承受最大的载荷
L3-重	0.50	经常承受较重载荷，也常承受最大的载荷
L4-特重	1.00	经常承受最大的载荷

机构工作级别按机构的利用等级和载荷状态分为M1～M8共八级(见表6)。

需要说明两点：

第一，起重机工作级别与起重机的起重量是两个不同的概念，二者不能混为一谈。起重量一般是指一次被起升物料的最大质量，工作级别是起重机综合工作特性参数。起重量大，工作级别未必高；起重量小，工作级别未必低。如果仅看起重吨位而忽略工作级别，把工作级别低的起重机频繁、满负荷使用，那么就会加速易损零部件报废，使故障频发，甚至引起事故，影响安全。

表6 机构工作级别的划分

载荷状态等级	名义载荷谱系数	机构的利用等级									
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
L1-轻	0.125			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
L2-中	0.25		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
L3-重	0.50	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8		
L4-特重	1.00	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8			

第二,起重机和金属结构的工作级别,与机构工作级别是不同的。起重机工作级别的划分是以金属结构受力状态为依据的,因此对于同一台起重机,起重机和金属结构的工作级别往往一致。而由于一台起重机有多个工作机构,各个机构受载的不一致性和工作的不等时性,使同一台起重机不同机构之间的工作级别,机构与起重机的工作级别往往不一致。在零部件的报废和更新时要特别注意这一点。

qizhong jixie anquan

【起重机械安全】 起重作业属于特殊工种作业,也称危险作业,起重机械属于危险设备。与一人一机在较小范围内的固定作业方式不同,从安全角度看,起重机械作业有如下特点:

1. 起重机械结构复杂,危险因素种类多。四大机构具有大量形状不一、运动各异、速度多变的可动零部件,往往需要同时控制多个机构的组合运动,加上庞大的可移动的金属结构,危险点多、分布面大,给安全防护增加难度。

2. 作业对象复杂。被搬运的物料个大体重、种类繁多、形态各异(包括成件、散料、液体、固液混合等物料),搬运过程中在高处悬吊运动,具有很高的势能。

3. 作业面积大。金属结构体高形大,横跨车间或作业场地,高居其他设备、设施之上,可以部分或整体移动运行,实现较大范围内的物料搬运。一旦出事故,涉及范围大。

4. 属多人配合的群体作业,环节多。一个工作循环需要地面司索工捆绑被吊物、挂钩,借助联络信息(主要是旗语、手势和哨音)的交流,指挥起重机司机将物料吊起,通过空间运行,放到指定位置卸料,完成合作作业。无论哪个环节出问题,都可能发生意外。

5. 作业条件复杂多变。在车间内,地面设备多,人员集中;在室外,受气候和气象条件影响,特别是流动式起重机还要受地形、地基、周围环境等多种因素的影响。

起重机的安全状态是起重安全的基础保证,需要在设计、制造、安装、使用或维修的各个环节给以重视。最关键的是通过设计减少风险,防范使用中的遗留风险。起重机械应该满足的基本安全要求包括:

1. 结构形式设计合理,具有足够的抗破坏能力

起重机械在运行过程中,要承受各种载荷(静载、动载、交变载、冲击载、振动载等)。各承载零件会产生相应的应力和变形,如果超过一定的限度,零件就会丧失功能,甚至破坏,造成危险。因此,必须保证在规定的寿命期间、额定载荷范围内,按规定的条件操作使用时,组成起重机的各部分零部件有足够的强度、刚度和稳定性(构件保持平衡状态的能力、整机防风抗滑或抗倾覆的能力)。使用中及时检查、更换易损报废的零件,使设备整体安全可靠。

2. 可靠有效的安全防护措施

只要存在危险,即使操作者受过良好的技术培训和安全教育,有完善的规程,也不能完全避免起重机械伤害事故。因此,必须按规定配置多种安全防护装置,建立可靠的物质屏障。当其他环节出现问题时,靠起重机自身的各种安全技术措施,来避免、预防事故,或当事故发生时,最大限度减轻伤害程度。

3. 履行安全人机工程学的要求

人机匹配的依据是安全人机工程学原理,起重机械应该提供人、机进行信息交流和相互作用的良好人机界面。显示装置、控制(操纵)装置以及人的作业空间和位置是人机要求集中体现之处,应满足人体测量参数、人体的结构特性和机能特性、生理和心理条件,合乎卫生要求。保证人能安全、准确、高效、舒适地工作,最大限度地减轻体力、脑力消耗以及精神紧张感。

操纵装置是用来操纵、控制起重机的运行状态的装置,应与人体运动器官(手臂、腿脚)的功能特性以及操作任务要求相适应。起重机上常见的操纵装置有手控(例如按键、转轮和手柄等)和脚控(例如脚踏板、脚踏开关等)两大类。

显示装置是用来显示起重机运行和受力状态的装置(常与安全装置合为一体),应符合信息特征和人的感觉器官(主要是视觉、听觉)的感知特性。其中,视觉显示装置应用最广泛,听觉传递装置常用于报警。

工作位置主要指起重机的司机室提供的司机操作位置,其空间应使操作者有合乎心理和生理要求的充

分活动余地，操作坐椅应适合人体需要，并提供意外情况下的避让空间和通道；应能防御外界有害因素（如灼热、低温、尘毒、噪声、振动、上方落物），视野良好，保证司机在无危险条件下操作；司机室一般设在高处，应该在结构和尺寸上考虑通道、走台和附属作业设施（工作平台和梯子）的安全，装设安全栏杆，提供可靠方便的联络手段。

qizhong shanghai shigu

【起重伤害事故】 这是指在各种起重作业（包括吊运、安装、检修、试验）中发生的坠落（吊具、吊重或吊臂）、挤压、物体打击、起重机倾翻、触电等事故。起重伤害事故可造成重大的人员伤亡或财产损失。根据不完全统计，在事故多发的特殊工种作业中，起重作业事故起数高，事故重伤、死亡人数比例大，已引起有关方面的高度重视。

起重伤害事故形式

1. 重物坠落。吊钩、钢丝绳破坏，或其他吊具、吊装容器损坏；物件捆绑不牢、挂钩不当；电磁吸盘突然失电；起升机构的零件故障（特别是制动器失灵）等都会引发重物坠落。

2. 起重机失稳倾翻。失稳有两种类型，一种是由于所受力矩不平衡、地基沉陷或操作不当等原因，引起起重机重心不稳造成倾翻；另一种是由于坡度或风载使起重机沿倾斜路面或轨道滑动，导致脱轨翻倒。

3. 挤压。起重机轨道两侧缺乏良好的安全通道，或与建筑结构之间缺少足够的安全距离，使运行或回转的金属结构机体对人员造成夹挤伤害；运行机构的操作不当或制动器失灵引起溜车，引发碾压伤害等。

4. 高处跌落。在离地面高度大于2 m之处进行起重机的安装、拆卸、检查、维修或操作等作业时，人员从高处跌落造成的伤害。

5. 触电。流动式起重机在输电线附近作业时，起重机的任何组成部分或吊物，与高压带电体距离过近感应带电体，或触碰带电体，都可以引发触电伤害。

6. 其他伤害。人体与运动零部件接触引起的绞、碾、卷入、戳刺等伤害；高压液体飞溅的喷射伤害；飞出物件的打击伤害；装卸高温液体金属、易燃易爆、有毒、腐蚀等危险品引起的伤害等等。

起重伤害事故的特点

1. 事故大型化、群体化，一起事故有时涉及多人，并可能伴随大面积设备设施的损坏。

2. 事故类型集中，利用一台设备作业，可能发生不同性质的事故是不多见的。

3. 事故后果严重，只要伤及人，往往是恶性事故，一般不是重伤就是死亡。

4. 伤害人员可能是司机、司索工和作业范围内的其他人员，其中司索工伤害比例最高，文化素质低的人群是事故高发人群。

5. 事故发生的时间，在安装、维修和正常起重作业中都有发生，其中，起重作业中发生的事故最多。

6. 事故发生的行业特点，以建筑、冶金、机械制造和交通运输等部门较多，与这些部门起重设备数量多、使用频率高、作业条件复杂有关。

7. 事故类型与起重机类别的关系，重物坠落是各种起重机共同的易发事故形式。此外，还有桥架类型起重机的夹挤事故、汽车起重机的倾翻事故、塔式起重机的倒塔折臂事故、室外轨道起重机在风载作用下的脱轨翻倒事故，以及大型起重机的安装事故等。

事故原因分析 起重机的不安全状态和操作人员的不安全行为是事故的直接原因。

起重机的安全状态是保证起重安全的重要前提和物质基础，而不安全状态则构成生产中的安全隐患。首先是起重机特殊的作业方式，即重物的吊运、起重机的多机构运动，以及庞大金属结构的整机移动性，这种作业方式本身就存在着重物坠落和挤压等危险因素。其次是起重机的设计、制造缺陷，诸如安全系数不够、零构件选材不当、加工质量问题、安装缺陷等，使带有隐患的设备投入使用。大量的问题存在于使用环节，例如超负荷使用、报废零件得不到及时更换、缺乏必要的安全防护、润滑保养不良，以至带病运转，甚至造成运动失控、零件或结构破坏。总之，设计、制造、安装、使用等任何环节的隐患，都可能带来严重后果。

人的行为受到生理、心理和综合素质等多种因素的影响，表现是多种多样的（操作技能不熟练，缺少必要的安全教育和培训；非司机操作，无证上岗；违章违纪蛮干；不良操作习惯；联络信号不明确或判断操作失误等）。安全意识差和安全技能低下是引发事故的主要的原因。

环境因素是事故发生的间接条件，超过安全极限或卫生标准的恶劣不良环境（温度、湿度、照明、视野、噪声、振动、通风等），直接影响人的操作意识水平，使失误机会增多，身体健康受到损伤，造成起重机系统功能降低甚至失效。

安全卫生管理包括领导的安全意识水平、对设备的管理和检查、对人员的安全教育和培训、安全规章制度的建立等。事故的发生往往是多种因素综合作用的结果，只有加强对相关人员、起重机、环境整个系统的综合管理才能从根本上解决问题。

qizhongji anquan biaozhun yu fagui

【起重机安全标准与法规】 国家有关部门针对起重机械和起重作业安全提出了严格的要求，发布了一系列法规文件和技术标准。大致可以分为两大类，一是行政性法规和规章；二是技术法规和标准。随着科学技术水平和经济的发展，这些标准法规得到

不断修订、更新、补充、完善,安全要求越来越严。尤其是技术性标准法规建设发展较快,形成门类齐全的标准法规系列,有力地促进了起重安全的法制化建设,促进安全管理水平提高。

行政性法规和规章

《起重机械安全管理规程》 (1962年)由原国家劳动部颁布。规程的侧重点是对起重设备和起重机械作业人员,提出了较具体的安全要求。

《起重机械安全监察规定》 (1991年)由原国家劳动部颁布。规定对起重机械(包括自动扶梯和客运架空索道等连续运输机械)的设计、制造、安装、修理、使用、检验、管理等七个环节提出了一系列要求和规定,目的是全面加强对起重机械的安全监察工作。

《职业安全卫生检测检验站管理办法》 (1990年)由原国家劳动部颁布。明确提出各级劳动部门所属检测检验站的任务和职责,目的是加强监督检验环节的管理。

技术性法规和标准 包括国家标准、部颁(行业)标准共计约有100多个,可以概括为三大类:

1. 综合类。针对各类起重机械的共性问题而制定。有《起重机设计规范》《起重机械安全规程》《起重机试验规范和程序》《起重机司机安全技术考核标准》《起重吊运指挥信号》等。其中,安全技术标准有:

《起重机械安全规程》 (GB6067—85)对起重机的设计、制造、检验、报废、使用与管理等方面的安全要求,做出了最基本的规定。主要内容有五部分:金属结构、主要零部件、电气设备、安全防护装置和使用管理。针对起重机各组成部分,提出具体的安全技术指标和性能要求,以及报废标准;针对起重机的使用,提出安全操作的一般性规则、操作中的安全技术要求和对司索工的一般安全要求;对起重机制造单位、使用单位以及起重机检验与维修提出加强安全管理。

《起重吊运指挥信号》 (GB5082—85)为确保起重吊运安全,防止发生事故,适应科学管理,对现场指挥人员和起重机司机所使用的基本信号(手势信号,旗语信号,音响信号、语言信号)的指挥方法和表示意义,以及有关安全技术要求作了明确规定,统一了全国各行业起重吊运指挥信号。

《起重机司机安全技术考核标准》 (GB6720—85)针对起重机司机这类特种作业人员,规定了应具备的基本条件,并针对培训、考核、发证、复审,以及安全技术理论和实际操作能力等方面提出具体要求。

2. 各种类型起重机标准:

《通用桥式起重机技术条件》 (JB1036)

《汽车起重机和轮胎起重机安全规程》 (ZBJ80002)

《塔式起重机安全规程》 (GB5144—94)

《起重滑车安全规程》 (GB13308—91)

3. 主要零部件、安全防护装置标准:

《起重机械危险部位与标志》 (GB15052—94)

《起重机械用钢丝绳》 (GB5972—86)

《起重机构用钢丝绳检验和报废实用规范》 (GB5972—86)

《起重吊钩》 (GB10051.1~5—88)

《桥式起重机圆柱车轮》 (GB4628—84)

《块式制动器》 (GB6332.1~3—86)

《起重机缓冲器》 (GB6164.1~2—85)

《超载保护装置安全技术规范》 (GB12602—90)

diaogou

【吊钩】 它是最常使用的取物装置。吊钩在起重作业中,受到频繁的反复冲击重载荷的作用,一旦发生损坏,可能造成重大人身伤亡事故。因此,要求吊钩有足够承载力,同时要求没有突然断裂的危险,保证作业人员的安全和被吊运物料不受损害。

吊钩材料 要求具有较高的强度和韧性,由于高强度材料通常对裂纹和缺陷敏感,目前吊钩广泛采用低碳钢和低碳合金钢制造。

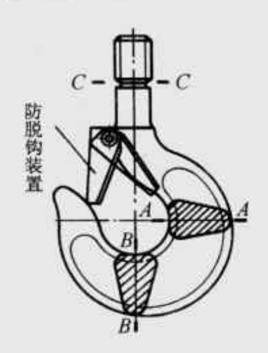
制造方法 通常采用锻造吊钩来保证强度和韧性。由于工艺上难以避免铸造缺陷,一般不允许使用铸造钩;为了避免焊接产生的应力集中和可能产生裂纹,不允许焊接制造吊钩,也不允许用补焊的办法修复吊钩。

吊钩的分类 常见的有锻造吊钩和片式吊钩,形状有单钩和双钩两种。锻造吊钩为整体锻造,成本低,制造使用都很方便,使用量最大。片式吊钩是用多层钢板叠片铆接而成,由于缺陷引起的破坏仅限于个别钢板,并且还可更换,有更大的安全性,一般用于大吨位或强烈灼热场所。

吊钩的危险断面 按曲梁理论对吊钩的受载状况进行受力分析,钩身水平断面 *A—A* 在载荷作用下,受到的弯曲和拉伸组合应力最大;*B—B* 断面虽然受力不如 *A—A* 断面,但在吊物过程中,是吊索强烈磨损的部位,随着断面面积减小,承载能力下降;钩柄的螺纹部位容易受到腐蚀,螺纹根部 *C—C* 断面面积较小,而且应力集中,容易在缺陷处断裂。*A—A*、*B—B* 和 *C—C* 断面为危险断面。这三处危险断面是安全检查的重点(见吊钩示意图)。

吊钩的检查 保证吊钩安全的重要环节。包括安装使用前检查和在用吊钩的检查。

1. 安装使用前检查。吊钩应有制造厂的检验合格证明。在吊钩钩身的低应力区应有额定起重量和检验合格的打印标记。否则,要对吊钩进行材料化学成分检验、必要的力学性能试验(拉力试验、冲击试验)、测量吊钩的原始开口度尺寸等。吊钩标记的额定起重



吊钩示意图

量一定要与起重机的额定起重量一致。

2. 表面检查。在用吊钩的表面应光洁、无毛刺和锐角,不得有裂纹、折叠、过烧等缺陷。主要通过目测、触摸检查。

3. 内部缺陷检查。不得有内部裂纹、白点和影响使用安全的任何夹杂物等缺陷。主要通过探伤检查。

4. 安全装置。建议安装防止吊物意外脱钩的保险装置(见吊钩示意图)。

吊钩的报废 吊钩缺陷不得补焊,吊钩出现下列情况之一时,应报废:

1. 裂纹。
2. 危险断面磨损达原尺寸的10%。
3. 开口度比原尺寸增加15%。
4. 钩身扭转变形超过10°。
5. 吊钩危险断面或吊钩颈部产生塑性变形。
6. 吊钩钩柄腐蚀后的尺寸小于原尺寸的90%。
7. 片钩衬套磨损达原尺寸的50%时,应更换衬套。
8. 片钩心轴磨损达原尺寸的5%时,应更换心轴。

gangsisheng

【钢 丝 绳】 由于强度高、自重轻、柔韧性好、耐冲击、安全可靠(破坏有前兆,总是从断丝开始,极少出现整根绳突然断裂),广泛应用于起重机的各工作机构中。钢丝绳的破坏会导致严重后果,所以钢丝绳既是起重机械的重要零件之一,也是保证起重作业安全的关键。

钢丝绳的构造 由多层钢丝捻成股,再以绳芯为中心,由一定数量的一层或多层股捻绕成螺旋状。钢丝是碳素钢或合金钢通过冷拉或冷轧而成的圆形(或异形)丝材,具有很高的强度(抗拉强度为1 400 ~ 2 000 MPa)、韧性(根据耐弯折次数分为特级、Ⅰ级、Ⅱ级),并根据使用条件不同可对钢丝表面进行防腐处理(一般场合可用光面钢丝,在腐蚀条件下可用镀锌钢丝,分甲、乙、丙三级)。绳芯采用有机纤维(如麻、棉)、合成纤维、石棉芯(高温条件)或软金属等材料,用来增加钢丝绳的弹性和韧性,储油润滑钢丝,减轻摩擦。

钢丝绳的类型 起重机用钢丝绳采用双捻多股圆钢丝绳。

1. 按捻制特性分为以下几种(见图1)

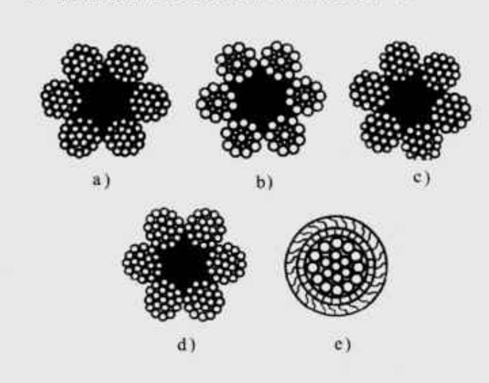


图1 钢丝绳的类型

(1)点接触钢丝绳(也称普通钢丝绳见图1a)。采用等直径钢丝捻制,由于各层钢丝的捻距不等,各层钢丝与钢丝之间形成点接触。受载时钢丝的接触应力很高,容易磨损、折断,寿命较低。优点是制造工艺简单、价廉。常作为起重作业的捆绑吊索,起重机的工作机构也有采用。

(2)线接触钢丝绳(见图1b、c、d)。采用直径不等的钢丝捻制,将内外层钢丝适当配制,使不同层钢丝与钢丝之间形成线接触。这样,在受载时钢丝的接触应力降低。线接触钢丝绳承载力高、挠性好、寿命较长,常用有瓦林吞型(粗细式W,见图1b),西鲁型(外粗型X,见图1c),填充型(密集型T,见图1d)等。《起重机设计规范》推荐使用,在起重机的工作机构中得到广泛应用。

(3)面接触钢丝绳(也称密封钢丝绳,见图1e)。通常以圆钢丝为股芯,最外一层或几层采用异形断面的钢丝,用挤压方法绕制而成。其特点是,表面光滑、挠性好、强度高、耐腐蚀,但制造工艺复杂,价高,起重机上很少使用。缆索起重机和架空索道的承载索必须采用。

2. 按钢丝绳由丝捻成股的方向,与由股捻成绳的方向可分以下几种

(1)交互捻钢丝绳(也称交绕)。丝捻成股与股捻成绳的方向相反,由于股与绳的捻向相反(见图2a、b),使用中不易扭转和松散,在起重机上广泛使用。

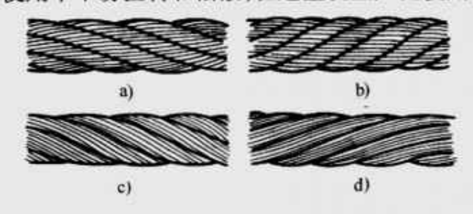


图2 钢丝绳的捻向

(2)同向捻钢丝绳(也称顺绕)。丝捻成股与股捻成绳的方向相同(见图2c、d),挠性和寿命都较交互捻绳要好,但因其易扭转、松散,所以只用作牵引绳。

(3)不扭转钢丝绳。这种钢丝绳在设计时,使股与绳的扭转力矩相等,方向相反,克服了在使用中的扭转现象,在起升高度较大的起重机上已有使用,并越来越受到重视。

钢丝绳的选用 要满足足够的承载能力和寿命要求。

1. 钢丝绳的计算,采用安全系数法,按工作状态下的最大静拉力计算,公式为:

$$F_0 \geqslant \frac{F_{max} n}{\varphi}$$

式中 F_0——钢丝计算破断拉力总和(查钢丝绳性能表);

F_{max}——作用在钢丝绳上的最大拉力;

φ——钢丝绳捻制损失系数(查钢丝绳性能表);

n——安全系数,根据工作机构的工作级别(见表1)或用途(见表2)确定。

表1 工作机构用钢丝绳安全系数

机构工作级别	M1、M2、M3	M4	M5	M6	M7	M8
安全系数 n	4	4.5	5	6	7	9

表2 其他用途钢丝绳安全系数

用 途	支承动臂	起重机械自身安装	揽风绳	吊挂和捆 绑
安全系数 n	4	2.5	3.5	6

注:对于吊运危险物品的起升用钢丝绳一般应选用比设计工作级别高一级的工作级别的安全系数。

2. 钢丝绳的寿命。提高钢丝绳寿命,应在卷绕系统的设计上给予注意。配套使用的滑轮和卷筒的直径与钢丝绳的直径比 D/d,对钢丝绳寿命影响很大,不得低于设计规范规定的值;滑轮和卷筒应选用铸铁制造,防止由于材料太硬使钢丝绳损伤;应尽量减少钢丝绳弯折次数,避免反向弯折。在使用中加强对钢丝绳的保养和维护。

钢丝绳的使用和维护

1. 使用检验合格的产品,保证其机械性能和规格符合设计要求,不使用报废钢丝绳。

2. 保证足够的安全系数,必要时,要做受力计算。

3. 起升、变幅机构不得使用编结接长的钢丝绳。

4. 取物装置处于任何位置,卷筒上必须保留2~3圈的安全圈。

5. 使用中避免两钢丝绳的交叉、叠压受力,防止打结、扭曲、过度弯曲和划磨。

6. 保持钢丝绳表面清洁和良好的润滑状态。

7. 坚持每个作业班次对钢丝绳的检查(包括不易看到和不易接近的部位)。

钢丝绳的连接与固定 应与使用要求相符,并达到相应的强度和安全要求。

1. 绳卡连接

(1)连接强度不小于钢丝绳破断拉力的85%。

(2)绳卡数量根据钢丝绳直径满足要求(见表3)。

表3 绳卡连接的安全要求

钢丝绳直径(mm)	7~16	19~27	26~37	38~45
绳卡数量(个)	3	4	5	6

(3)绳卡压板应在钢丝绳长头一边;绳卡间距不应小于钢丝绳直径的6倍。

2. 编结连接

(1)连接强度不小于钢丝绳破断拉力的75%。

(2)编结长度不应小于钢丝绳直径的15倍,并不应小于300 mm。

3. 其他连接:用楔块楔套、锥形套浇铸法和铝合金套压缩法等的连接,应满足相应的工艺要求,且连接强度应达到钢丝绳的破断拉力。

钢丝绳的报废 钢丝绳在使用过程中,因强大的拉应力、反复弯折和挤压造成的金属疲劳、由于运动引起的磨损等,使用一段时间后,会出现钢丝绳缺陷,表现在断丝、锈蚀磨损、变形等方面。一般情况下,钢丝绳的破坏首先发生在外层钢丝上。有下列情况之一,则予以报废。

1. 断丝与磨损指标

(1)断丝的数达到表4的数值时。

表4 钢丝绳报废断丝数

钢丝绳 / 断丝数量 / 安全系数	钢丝绳结构(GB1102)			
	绳6×(19) 绳6×(190)		绳6×(37)	
	一个节距中的断丝数			
	交互捻	同向捻	交互捻	同向捻
<6	12	6	22	11
6~7	14	7	26	13
>7	16	8	30	15

注:表中断丝数是指细钢丝,粗钢丝每根相当于1.7根细钢丝。

(2)钢丝绳锈蚀或磨损时,应将表4断丝数按表5折减,并按折减后的断丝数报废。

表5　　钢丝绳折减系数表

钢丝表面磨损或锈蚀量(%)	10	15	20	25	30～40	>40
折减系数	85	75	70	60	50	0

(3)吊运炽热金属或危险品的钢丝绳的报废断丝数，取一般起重机钢丝绳报废断丝数的一半，其中包括钢丝表面磨蚀的折减。

(4)绳端部断丝。当绳端或其附近出现断丝，即使数量少，如果绳长允许，应将断丝部位切去，重新安装。

(5)断丝的局部聚集程度。如果断丝集中在任一绳股里，即使断丝数比表4所列数值少，也应予以报废。

(6)断丝的增长率。当断丝数逐渐增加，其时间间隔趋短，应认真检查并记录断丝增长情况，判明规律，确定报废日期。

(7)钢丝绳某一绳股整股断裂。

(8)磨损。当外层钢丝磨损达40%，或由于磨损引起钢丝绳直径减小7%。

(9)腐蚀。当钢丝表面出现腐蚀深坑，或由于绳股生锈引起的绳径增加或减小。

2. 绳芯损坏。由于绳芯损坏引起绳径显著减小、绳芯外露、绳芯挤出。

3. 弹性降低。一般伴随有下述现象：绳径减小、绳节距伸长、钢丝或绳股之间空隙减小、绳股凹处出现细微褐色粉末、钢丝绳明显不易弯曲。

4. 变形。钢丝绳失去正常形状产生可见畸变，从外观上看可分为以下几种：波浪形、笼形畸变、绳股挤出、钢丝挤出、绳径局部增大、扭结、局部被压扁、弯折。

5. 过热。受到电弧闪击、过烧，或外表出现可识别的颜色改变等。

zhidongqi

【制动器】　工作实质是通过摩擦副的摩擦作用，使运动部分的动能转化为摩擦产生的热能消耗掉，从而使运动停止。起重机制动器的功能是：停止作用——使运动部分在一定时间或行程内迅速停止运动；支持作用——使吊载或起重机臂架可以静止停留在空中任意位置；落重作用——保持制动力和重力平衡，使物体匀速向下运动。制动器既是工作装置，又是安全装置，其性能和可靠性对起重作业安全关系极大。

制动器分类

1. 按摩擦副的构造可分为：

(1)块式制动器　用两个制动瓦块在径向夹抱制动轮来产生制动力矩，其特点是构造简单，制造和安装方便，成对的制动瓦块对制动轮的夹抱力平衡，使制动轮轴不受弯曲载荷。在起重机上广泛使用(见图1)。

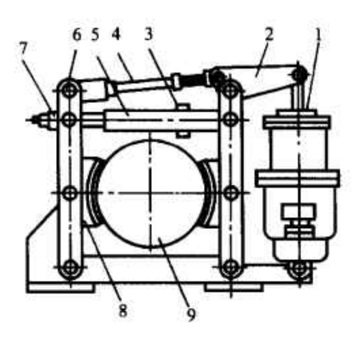


图1　块式制动器

1—液压电磁铁　2—杠杆　3—挡板　4—螺杆　5—弹簧架　6—制动臂　7—拉杆　8—瓦块　9—制动轮

(2)带式制动器　用置于制动轮圆周方向的挠性钢带，在径向抱住制动轮来产生制动力矩。其特点是结构紧凑，制动力矩较大，但制动轮轴受弯曲载荷作用。主要用于对紧凑性有要求的流动式起重机(见图2)。

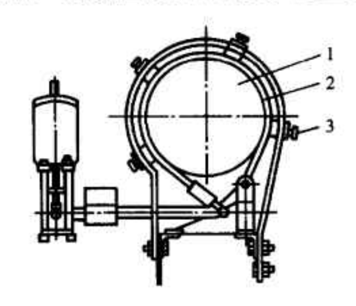


图2　带式制动器

1—制动轮　2—制动带　3—限位螺钉

(3)盘式制动器和锥式制动器　通过固定圆(锥)盘和转动圆(锥)盘被压紧时，贴紧面的摩擦来产生制动力矩，常用于电动葫芦。

2. 按操作情况可分为：

(1)常闭式制动器　在机构不工作期间，制动器闭合，在机构工作时，借助松闸器分开制动器。起升机构和变幅机构的制动器必须是常闭式的。

(2)常开式制动器　制动器经常处于松闸状态，只有在需要时才合闸制动。有些塔式起重机和门座式起重机的旋转机构的制动器采用常开式的，以便在起重机不工作时，减小臂架的迎风面积。

制动器的使用　制动器的制动力矩不足或制动失效，会对机构运动的定位控制不准。例如，起升机构出现“溜钩”，运行机构出现“滑行”等现象，甚至引发恶性事故。为此要求：

1. 起重机的各个动力驱动的工作机构中，必须装设满足安全系数要求的制动器。

2. 起升、变幅机构的制动器必须是常闭式的。

3. 吊运危险品(例如炽热金属、易燃、易爆物)以及发生事故可造成重大危险与损失的起升机构，每套驱动装置都应装设两套制动器，每一个都应能单独制动额定起重量。

4. 摩擦副的实际接触面积不应小于理论接触面积的70%，摩擦面接触均匀，不得有影响制动性能的油污或其他缺陷。

5. 带式制动器的制动带和杠杆系统的固定部位应采用铰接，不得采用螺栓、铆、焊等刚性连接形式。

6. 控制制动器的操作部位(如手柄、踏板等)应具有防滑性能。

7. 坚持每班次对制动器进行检查，关键零件是否损坏、运转是否正常、有无卡塞及松动现象、间隙是否符合要求等。

8. 起吊重大载荷时应试吊，在确认制动器的制动性能良好、可靠后方可进行正常操作。

制动器零件的报废 制动器零件出现下列情况应报废：

1. 有裂纹，特别是在杠杆系统元件、弹簧、制动轮、制动瓦、制动臂等处产生。

2. 制动摩擦垫片磨损达原厚度的50%。

3. 弹簧塑性变形。

4. 铰接的销轴或轴孔直径磨损达原尺寸的50%。

5. 起升、变幅机构的制动轮的轮缘厚度磨损达原尺寸的40%、其他机构达原尺寸的50%。

6. 制动轮面凹凸不平度达1.5 mm时可修复，并保证修复后的轮缘厚度未达到报废水平。

qizhongji anquan fanghu zhuangzhi

【起重机安全防护装置】 指起重机上采用的安全装置和防护装置，以及采取的其他安全技术措施，主要目的是为防止起重机在作业时产生的各种危险。《起重机械安全规程》规定，在各种类型起重机上设置的安全防护装置共有25种，分“应装”和“宜装”两个要求等级。安全防护装置大致可分为防护装置、显示指示装置、安全装置三类。

1. 防护装置是通过设置物体障碍，将人与危险隔离。例如，走台栏杆、暴露的活动零部件的防护罩、导电滑线防护板、电气设备的防雨罩，及起重作业范围内临时设置的栅栏等。

2. 显示指示装置是用来显示起重机工作状态的装置，是人们用以观察和监控系统过程的手段，有些装置兼有报警功能，还有的装置与控制调整联锁。此类装置有偏斜调整和显示装置、幅度指示计、水平仪、风速风级报警器、登机信号按钮、倒退报警装置、危险电压报警器等。

3. 安全装置是指通过自身的结构功能，限制或防止某种危险的单一装置，或与防护装置联用的保护装置。其中，限制力的装置有超载限制器、力矩限制器、缓冲器、极限力矩限制器等；限制行程的装置有上升极限位置限制器、下降极限位置限制器、运行极限位置限制器、防止吊臂后倾装置、轨道端部止挡等；定位装置有支腿回缩锁定装置、回转定位装置、夹轨钳和锚定装置或铁鞋等；其他的还有联锁保护装置、安全钩、扫轨板等。

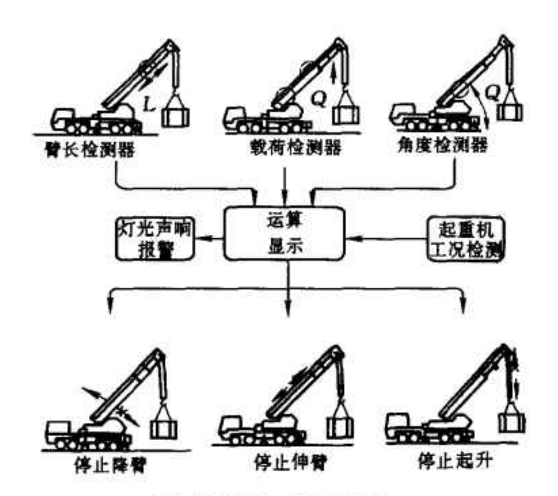
近几年出现了一些采用集成电路芯片的、多种安全功能组合、性能可靠、体积小、质量轻的安全装置，随着科学技术的发展，起重机的安全性将越来越好。下面介绍几种主要的安全装置。

超载限制器 也称起重量限制器，是一种超载保护安全装置。其功能是当吊运载荷超过额定值时，切断起升机构的动力源，使起升动作不能实现，从而避免超载。有机械式、电子式两种类型，机械式通过杠杆、弹簧或凸轮的作用，在超载时控制起升机构中止工作。电子式是由传感器、运算放大器、控制执行器和载荷指示计等部分组成，将显示、控制和报警功能集于一身。当载荷作用时，传感器产生变形，把载荷量值变为电信号，经过运算放大，指示出载荷的数值。当载荷达到额定值的90%时，发出预警信号；当载荷超过额定载荷时切断起升机构的动力源。超载限制器广泛用于桥架类型起重机和升降机。有些臂架类型起重机(例如塔式起重机、门座起重机)将超载限制器与力矩限制器配合使用。

力矩限制器 是臂架式起重机的超载保护安全装置。臂架式起重机是用起重力矩特性来反映载荷状态的，而力矩值是由起重量、幅度(臂长和臂架倾角余弦的乘积)和作业工况等多项参数决定的，控制起来比较复杂，电子式力矩限制器较好地解决了这个问题。以流动式起重机的力矩限制器为例说明其工作原理。力矩限制器由载荷检测器、臂长检测器、角度检测器、工况选择器和微型计算机构成(见力矩限制器工作原理图)。当起重机进入工作状态时，将实际各参数的检测信号输入计算机，经过运算、放大、处理后，显示相应的参数值，并与事先存入的额定起重力矩值比较。当实际值达到额定值的90%时，发出预警信号，当超载时则发出报警信号，并使起重机停止向危险的方向(起升、伸臂、降臂、回转)继续动作。

缓冲器 安置在轨道运行式起重机上。当在同一轨道上的两台或两台以上起重机相撞，或起重机的大车(或小车)冲向行程终点与轨道端部止挡碰撞时，用来吸收动能、减缓冲击的安全装置。它有橡胶缓冲器、弹簧缓冲器及液压缓冲器多种类型。

橡胶缓冲器吸收能量少，一般用在运动速度较低的起重机上。



力矩限制器工作原理图

弹簧缓冲器由于结构简单,对环境条件不敏感,能将大部分撞击动能迅速转化为弹簧的压缩势能,因而得到广泛的应用,适于运动速度为 50 ~ 120 m/min的情况。缺点是反弹力较大,对起重机造成冲击,现在已有两种改进形式来减缓反弹力,一是带止弹机构的弹簧缓冲器;二是弹簧摩擦式缓冲器。

液压缓冲器无反弹作用,可以吸收比弹簧缓冲器大得多的撞击动能,适于运动速度更大的情况。缺点是构造复杂,环境温度高会影响其性能。

安全检查主要是安装是否牢固可靠、元件是否完好和其吸收动能的能力。

防风装置 防止起重机或起重小车在大风作用下沿轨道滑行和倾覆的安全装置,室外工作的轨道式起重机均应安装。防风装置有夹轨器、锚定装置和铁鞋。

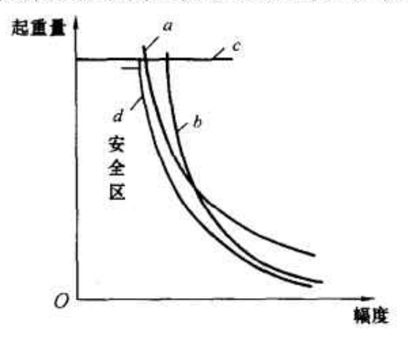
夹轨器利用夹钳加紧轨道,使起重机或起重小车位置固定。对某些起重机还能提高作业时的稳定性。

锚定装置是防止起重机在暴风作用下沿轨道滑行、倾覆,而将起重机与轨道基础相连接的装置。

联锁保护与运行极限位置限制装置 联锁保护装置是一种联锁开关,包括由建筑物登上起重机司机室的门开关、由司机室登上桥架主梁的舱门开关、通道栏杆门的开关等。其功能是用来防止当有人正处于起重机的某些部位,或正跨入、跨出起重机的瞬间,而在司机不知晓的情况下操作起重机,在运动过程中伤人。联锁保护开关常常与紧急开关一块串联在起重机的控制电路中,只要有一个开关不闭合,起重机就不能启动。

极限位置限制装置也称行程限位开关,其功能是限制运动范围,防止行程越位。在所有类型起重机的起升机构上升极限位置、有轨运行机构的轨道端头附近都要设置。行程限位开关常常并联在机构运动的控制电路中,当向某方向的运动达到极限位置触碰限位开关时,则切断该方向的运动电路,停止该方向的运行,同时接通反向运动电路,使运行机构只能向安全方向运行。

qizhong texing quxian
【起重特性曲线】 表示臂架类型起重机起重量与幅度的关系曲线(见起重特性曲线图)。



起重特性曲线图

臂架类型起重机的起重性能是由起重力矩表征的,起重量受臂架幅度限制,幅度改变,额定起重量相应改变。幅度小时起重量大,幅度大时起重量小,掌握不好就要出事故。据统计分析,流动式起重机的事故中,大约 40% 左右是由于丧失稳定性而导致翻车,约有 30% 是由于起重机臂架强度不足造成的,还有 20% 的事故是由于钢丝绳破坏造成的,其余的 10% 是其他因素造成的事故。从理论上讲,在大幅度时,起重量由臂架强度决定,超载可能导致臂架破坏,根据臂架强度与幅度的关系描绘出一条臂架强度曲线 a;在小幅度时,起重作业的主要危险是丧失稳定引起整机倾覆,起重量由起重机稳定性决定,根据起重机稳定性与幅度的关系描绘出一条起重机稳定曲线 b;两条曲线的包络线就是起重特性曲线 d,它规定了在某一幅度下,安全起吊的最大起重量;起重量还受到钢丝绳强度的限制,钢丝绳强度线与幅度无关,是一条直线 c。以幅度为横坐标,起重量为纵坐标,与钢丝绳强度线、起重特性曲线所围成的区域,是起重机的安全操作区。

起重特性曲线是司机在进行起重作业时的操作依据,应根据起重机的臂架幅度,严格控制起重量在特性曲线限制的安全区内。起重特性曲线还是进行事故分析的重要依据。起重特性曲线经常与臂架起重机的起升高度曲线画在一起,有些起重机技术资料还给出同一起重机在不同工况下的多条特性曲线。

qizhong jixie de anquan guanli
【起重机械的安全管理】 起重机械在使用中危险因素集中,作业范围大,涉及人员多,一旦发生事故,后果严重。国际劳工组织和许多发达国家(例如日本、美国、前苏联、德国等)十分重视起重机械的安全管理工作,在相关的文件和标准中提出了明确的要

求,有些国家还设有专门的机构负责起重机械的安全监督、检验和管理工作。

我国对起重机械的管理通过制定一系列法规文件和技术标准,逐渐走上法制化轨道。主要做法是对起重机实行安全认证、对操作人员实行培训持证上岗,统一起重机指挥信号。

起重机械设备的安全管理 国家有关部门对起重机械从设计、制造、安装、修理、使用等方面全面实施安全监察。起重机的设计单位及设计人员,对所设计的起重机械的安全性能负责;起重机械的制造、安装和修理单位必须取得有关部门的安全认可,并核发安全认可证书;起重机械产品必须经有关部门检验合格并取得准用证后方可投入使用;企业在用起重设备要建立安全技术档案,除由使用单位进行自我安全检查外,有关部门及其设置的专门安全技术检验机构,对在用起重机械及其安全防护装置的安全性能,进行每两年一次的定期监督检验,核发起重机械准用证,才可继续使用。

使用单位对起重机的自我检查,除了作业人员每班次的常规检查外,还要根据起重机的工作繁重程度和环境恶劣程度进行经常性检查(不得少于每月一次)和定期检查(不得少于每年一次)两种。检查项目包括:起重机正常工作的技术性能;安全防护装置(包括指示装置)的可靠性和精度;线路、电气、液压系统及其部件的泄漏情况及工作性能;重要零部件(吊钩、钢丝绳、制动器、吊索及辅具等)的状态;金属结构的变形、裂纹、腐蚀及焊缝、铆钉、螺栓等连接情况;动力系统和控制器等。

有关部门对起重机的安全检验,由省级以上管理部门签发的具有检验资格的人员进行检验。检验对象和检验时间为:正常工作的起重机,每两年一次;经过大修、新安装、改造过的起重机,在交付使用前进行;闲置超过一年的起重机,在重新使用前进行;经过自然灾害或重大事故,可能使构件和机构的重要性能受到损害的起重机,在灾害或事故后进行。检验项目包括技术档案(产品合格证和说明书、验收资料、检验和试验记录、人身或设备事故记录等)、整机外观、主要零部件和安全装置、金属结构的主要受力构件、电气和电路保护、安装及作业环境等。必要时,还要进行载荷试验(空载、静载和动载)以确认各组成部分和机构的工作可靠性。

作业人员的培训 起重机的司机属于特殊工种作业人员,实行持证上岗制度。司机除了具备初中以上文化程度和满足起重作业的身体条件外,还必须经过主管部门组织的专门培训,学习安全技术理论和实际操作知识。在掌握必要的数学和力学基础知识的基础上,掌握起重机的基本构造、性能和工作原理等基础知识;主要部件的安全技术要求和易损件的报废标准;安全装置的工作原理和调整方法;正确判断起重机常见故障及其防治措施;安全操作技术、伤害事故预防及其救护常识;起重机一般维护保养知识;基本安全操作规程和起重吊运指挥信号,熟悉有关法规和标准等。经过安全技术理论和实际操作考试合格,并确认操作熟练者,由有关部门颁发操作证,方可独立操作。对取得操作证的起重机司机,还须由考核发证部门进行定期复审。特别需要指出,流动式(汽车式、轮胎式)起重机司机,除按规定考取驾驶执照外,还必须经培训、考核,取得起重机司机操作证,才能上岗。

起重作业是由指挥人员、起重机司机和起重司索工群体配合的集体作业。指挥人员是起重作业的组织者,司索工直接完成吊物的捆绑、挂钩、摘钩和安放堆码吊物全过程。有些情况不设专职指挥人员,而由司索工担任指挥。指挥人员与司索工都应要经过专业技术训练和安全技能训练,如了解有关法规、政策,熟练掌握起重吊运指挥信号;熟知常用起重工具的性能、规格、用途、报废标准及使用方法,了解经常使用的不同类型起重机主要技术参数和性能,使用要求和注意事项;根据不同种类物品和吊运要求,制定经济、高效、安全的操作方案;熟练掌握从捆绑、挂钩,到摘钩、卸货全过程的安全操作;了解所从事工作的危险因素,有自我保护和保护他人的能力。

统一指挥信号 指挥信号是起重作业的安全信息。传统的指挥信号有手势和旗语,辅助以音响(多用哨笛)。近些年由于大型或超高建筑施工的需要,无线电对讲机使用增多,丰富了指挥语言。但多年来,一直存在指挥信号混乱的状态,出现了同一作业目的,采用的指挥信号不同;相同的信号形式,表达的意思不同;不但不同地区,即使是同一地区、同一行业、甚至同一单位的不同部门,指挥信号也不一致,随意性很大。由此造成的信息混淆、分辨不清、甚至误解,成为起重作业安全的一大隐患。通过制定起重吊运指挥信号国家标准,对现场指挥人员和起重机司机所使用的旗语、手势、音响和语言等基本信号和相关安全技术作为统一规定,结束了起重吊运信号的混乱状态,使整个搬运作业过程更加规范、有序、安全。

qizhongji anquan caozuo

【起重机安全操作】 整个搬运作业操作过程中,起重机司机与司索工紧密配合、安全操作,是保证物料搬运安全的关键环节。

吊运前的准备

1. 佩戴个人防护用品,包括安全帽、工作服、工作鞋和手套。高处作业还必须佩戴安全带和工具包。

2. 检查清理作业场地,确定搬运路线,清除障碍物。室外作业要了解当天的天气预报。流动式起重机

要将支撑地面垫实垫平，防止作业中地基沉陷。

3. 对使用起重机和吊装工具、辅件进行安全检查，消除不安全因素。

4. 熟悉被吊物品（种类、数量、危险程度、包装状况以及与周围的联系），必要时，根据有关技术数据（如质量、几何尺寸、精密程度、变形要求），确定吊点位置和捆绑方式，进行最大受力计算。

5. 编制作业方案。对于大型、重要的物件的吊运，或多台起重机共同作业的吊装，事先要在有关人员参与下，由指挥、起重机司机和司索工共同讨论，编制作业方案，必要时报送有关部门审查批准。预测可能出现的事故，采取有效的预防措施和应急措施。

起重机司机安全操作要求 各类起重机通用安全要求是：

1. 认真交接班，对吊钩、钢丝绳、制动器、安全防护装置的可靠性进行认真检查，发现不正常现象及时报告。

2. 开机作业前，要将所有控制器置于零位；确认起重机上及作业危险区没有其他人员方可开机，人员未撤离到安全区之前不得开机；起重机移动部分的运行范围内不应有障碍物，与障碍物的最小距离在0.5 m以上。若电源断路装置加锁或有标牌时，务必由有关人员除去后方可闭合。流动式起重机应按要求平整好场地，牢固可靠地打好支腿。

3. 开车前，必须鸣铃或示警；操作中接近人时，应给断续铃声以示警。

4. 司机在正常操作过程中，不得进行下列行为：

(1)不得利用极限位置限制器停车。

(2)不得利用打反车进行制动。

(3)不得进行检查和维修。

(4)不得带载调整起升、变幅机构的制动器，汽车、轮胎起重机不得带载变幅。

(5)吊物不得从人头顶上通过，吊物和起重臂下不得站人。

5. 严格按指挥信号操作，对紧急停止信号，无论何人发出，都必须立即执行。

6. 吊载接近或达到额定值，或起吊危险品（液态金属、有害物、易燃易爆物）时，吊前应认真检查制动器，并用小高度、短行程试吊，确认没有问题后再吊运。

7. 起重机各部位、吊载及辅助用具，与输电线的最小距离应满足下表的要求：

与输电线的最小距离

线路电压 U(kV)	<1	1～35	≥60
最小距离 (m)	1.5	3	$0.01(U-50)+3$

8. 有下述情况时，司机不应操作：

(1)起重机结构或零部件（吊钩、钢丝绳、制动器、安全防护装置等）有影响安全工作的缺陷和损伤。

(2)吊物超载或有超载可能，吊物质量不清、埋置或被其他物体挤压、歪拉斜吊。

(3)吊物捆绑不牢或吊挂不稳，重物棱角与吊索之间未加衬垫，被吊物上有人或有浮置物。

(4)工作地昏暗，看不清场地、吊物和指挥信号。

9. 工作中突然断电时，应将所有控制器置零，关闭总电源。开始新工作前，应先检查起重机工作是否正常。

10. 有主、副两套起升机构的，不允许同时利用主、副钩工作（设计允许的专用起重机除外）。

11. 用两台或多台起重机吊运同一重物时，每台起重机都不得超载。吊运过程应保持钢丝绳垂直，保持参加作业的起重机之间运行同步。吊运时，有关负责安全技术人员应在场指导。

12. 露天作业的轨道起重机，当风力大于6级时，应停止作业；当工作结束时，应锚定住起重机。

司索工安全操作要求 司索工主要从事地面工作，例如准备吊具、捆绑挂钩、摘钩卸载等，多数情况还担任地面指挥任务。司索工的工作质量与整个搬运作业安全关系极大。

1. 准备吊具。根据吊物的质量和重心选择吊具，如果是目测估算，应增大20%来选择吊具。每次吊装都要对吊具进行认真的安全检查，如果是旧吊索应根据情况降级使用，绝不可侥幸超载或使用报废吊具。

2. 捆绑吊物。对吊物进行必要的归类、清理和检查，吊物不能被其他物体挤压，被埋或被冻的物体要完全挖出，切断一切与周围的管、线联系，防止造成超载。清除吊物表面或空腔内浮摆的杂物，将可移动的零件锁紧或捆牢，形状或尺寸不同的物品不经特殊捆绑不得混吊，防止坠落伤人。捆扎部位的毛刺要打磨平滑、尖棱利角应加垫物，防止起吊吃力后损坏吊索；表面光滑的吊物应采取措施来防止起吊后吊索滑动或吊物滑脱。捆绑吊挂后余留的不受力绳索应紧系在吊物或吊钩上，不得留有绳头悬索，以防在吊运过程中钩挂人或物。吊运大而重的物体应加诱导绳，诱导绳长应能使司索工既可握住绳头，同时又能避开吊物正下方，以便意外时司索工可利用该绳控制吊物。

3. 挂钩起钩。吊钩要位于被吊物重心的正上方，不准斜拉吊钩硬钩，防止提升后吊物翻转、摆动。吊物高大需要垫物攀高挂钩、摘钩时，脚踏物一定要垫实稳固，禁止使用易滚动物体（例如圆木、管子、滚筒等）作脚踏垫物，防止人员跌伤。挂钩要坚持五不挂：超重或吊物重量不明不挂、重心位置不清楚不挂、尖棱利角易

滑工件无衬垫物不挂、吊具及配套工具不合格或报废不挂、包装松散捆绑不良不挂等，将不安全隐患消除在挂钩前。当多人吊挂同一吊物时，应由一专人负责指挥，在确认吊挂完备，所有人员都站在安全位置以后，才可发出起钩信号。起钩时，地面人员不应站在吊物倾翻、坠落可波及的地方；如果作业场地为斜面，则应站在斜面上方（不可在死角），防止吊物坠落后继续沿斜面滚落伤人。

4. 摘钩卸载。吊物运输到位前，选择好安放位置，卸载时不要挤压电气线路和其他管线，不要阻塞通道。针对不同吊物种类采取不同措施加以支撑、楔住、垫稳、归类摆放，不得混码、互相挤压、悬空摆放，防止滚落、侧倒、塌垛。摘钩应等所有吊索完全松弛再进行，确认所有吊索从钩上卸下再起钩，不允许抖绳摘索，更不许利用起重机抽索。

5. 搬运过程的指挥。无论采用何种指挥信号，必须规范、准确、明了。指挥者所处位置应能全面观察作业现场，并使司机、司索工都可清楚看到或听到指挥信号。在整个过程中（特别是重物悬挂在空中时），指挥者和司索工都不得擅离职守，密切注意观察吊物及周围情况，发现问题，及时发出指挥信号。

dianti
【电梯】 电梯是服务于规定楼层的固定式提升设备，是高层建筑的垂直通行运输工具。

电梯的分类 按用途可分为乘客电梯、载货电梯、客货两用电梯、观光电梯，及其他专用（如矿井、冷库、建筑工程）电梯。

按拖动方式可分为曳引式、液压式和齿轮齿条式。曳引式是最常见的电梯驱动方式。

电梯的组成 以一般乘客曳引式电梯为例，电梯由曳引系统、悬挂补偿系统、电气系统和安全装置组成，轿厢和对重在建筑物的井道内运行，曳引机和电气系统放置在机房里（见电梯示意图）。

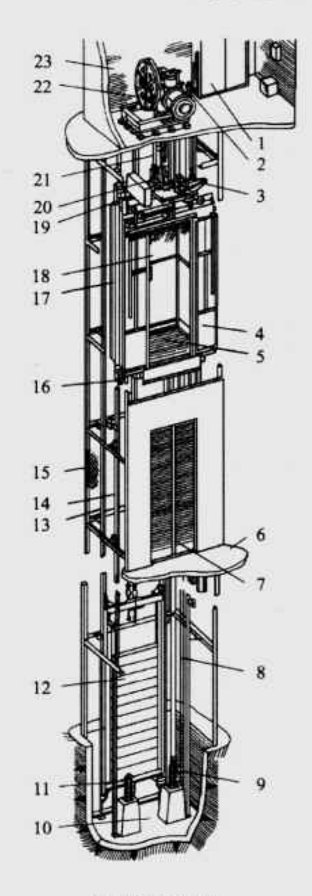
曳引系统包括曳引电动机、曳引绳轮、减速器、制动器、曳引机底座、盘车手轮等。曳引绳轮安装在承载梁上。电梯曳引机是电梯运行的驱动机构，借助承载梁通过曳引绳轮，承担了所有往复升降运动构件的全部载荷（动载、静载），承重梁多采用工字钢结构。

悬挂补偿系统由曳引绳、轿厢和对重的全部结构件、补偿绳、张紧轮等组成。轿厢和对重是电梯垂直运行的主体部件，轿厢是载客和运货的箱体容器。

导引系统包括导轨和导靴，引导轿厢和对重作垂直升降运动。

电气系统是电梯的控制系统，包括各种接触器、继电器、控制器和显示器等。

安全装置有限速器、安全钳、缓冲器、各种门安全装置等。



电梯示意图

1—控制柜 2—限速器 3—门联动装置 4—轿门 5—轿厢底板 6—楼层地面 7—层门 8—补偿绳 9—张紧装置 10—地坑 11—缓冲器 12—对重 13—对重导轨 14—轿厢导轨 15—井道壁 16—导靴 17—导轨压板 18—轿厢 19—安全钳 20—曳引绳端接装置 21—曳引绳 22—曳引机 23—机房

工作原理 曳引绳两端分别连着轿厢和对重，缠绕在曳引轮和导向轮上，曳引电动机通过减速器变速后带动曳引轮转动，靠曳引绳与曳引轮摩擦产生的牵引力，实现轿厢和对重的升降运动，达到运输目的。固定在轿厢上的导靴可以沿着安装在建筑物井道墙体上的固定导轨往复升降运动，防止轿厢在运行中偏斜或摆动。常闭块式制动器在电动机工作时松闸，使电梯运转，在失电情况下制动，使轿厢停止升降，并在指定层站上维持其静止状态，供人员和货物出入。轿厢是运载乘客或其他载荷的箱体部件，对重用来平衡轿厢载荷、减小电动机功率。补偿装置用来补偿曳引绳运动中的张力和重量变化，使曳引电动机负载稳定，轿厢得以准确停靠。电气系统实现对电梯运动的控制，同时完成选层、平层、测速、照明工作。指示呼叫系统随时显示轿厢的运动方向和所在楼层位置。安全装置保

证电梯运行安全。

电梯主参数 指额定载荷和额定速度。

额定载荷 Q(kg)是制造电梯所依据的载荷或卖方保证正常运行的载荷。

额定速度 v(m/s)是制造电梯所依据的并由卖方保证正常运动的轿厢速度。

随着高层建筑的大量兴建，人们无论是上下班、逛商场、看病或访友、居家生活都要与电梯打交道。电梯的使用数量越来越大，使用频率越来越高，电梯的安全问题越发引起人们的关注。

dianti anquan yaoqiu

【电梯安全要求】 电梯安全是由组成电梯各部分的功能和状态来保证的，是通过对电梯组成各部分和安全装置的安全要求以及安全信息的顺利传递来实现的。

电梯的基本使用功能是在建筑物内垂直升降运输人员和物料。这是由电梯合理的结构形式和各组成零件、部件具有足够的机械强度来保证的，即在额定满载情况下，考虑全部静载荷、动载荷，以及意外情况采用紧急措施所产生的载荷作用，不应发生破坏。与安全关系较大的部位和元件有井道、机房、轿厢、层门和曳引绳等。

建筑物的井道 是安装轨道，供轿厢和对重运行的空间。

1. 井道的墙、底面和顶板应有足够的机械强度。至少能承受曳引机和额定载荷施加的、安全钳动作瞬间或由于轿厢偏载在轨道上产生的、由缓冲器动作产生的，或由防跳装置施加的各种作用力。

2. 井道的墙、底面和顶板要完全封闭，仅允许设有层门、检修门、检修活板门、安全门的开口，通风孔、火灾情况下的排烟气孔和为纵穿机房楼板的电梯零部件所设的永久性开口。顶层高度与底坑深度是关系到电梯安全运行的重要数据，要严格遵守规范的规定。

3. 检修门、检修活板门、安全门均不得朝井道里开启，防止人员坠落；各门应设锁，被锁紧的门只有用专用钥匙才能从井道外将门打开，开启后不用钥匙可使门关闭或锁住，防止无关人员随意进入；即使在锁住情况下，也可不用钥匙从井道内部就能将门打开，以供井道内人员顺利推门离开井道；各门只有在关闭状态电梯才能运行。

4. 井道墙与轿厢地坎、轿厢架或轿厢门的水平距离不得超过0.15 m，以防止人跌入井道，或电梯正常运行期间，将人夹进轿厢门和井道之间的空隙。

机房和滑轮间 电梯机房是安装电梯传动机器设备和电梯控制设施的专用房间。滑轮间是井道顶板与机房之间用以安装导向滑轮等设备的空间。

1. 机房承载墙支撑曳引机的承载梁，机房结构应有足够的机械强度，以承受静载荷（设备及附属设备的自重、额定载荷、平稳运行的阻力载荷）、动载荷（机器的运转不平衡或轿厢对重由于运行阻力不均匀引起的振动、制动引起的惯性载荷）、异常载荷（由轿厢对重失速，载荷突然释放产生的冲击载荷）等。

2. 机房应留有足够的工作场地和通道，以便维修人员能够安全地、容易地接近所有部件，特别是电气设备，防止由于行动空间不足，运行设备对人员造成意外伤害。

3. 机房门不得向房内开启，以便紧急情况下房内人员可推门而出。活板门在开启位置，应采取防护措施（护栏和挡脚板），楼板开口尺寸应减到最小，并设不低于50 mm的挡脚板，防止人员或材料坠落。

4. 机房的通风、照明、温度、湿度等应满足维修人员工作所必需的条件。只有经过批准的人员（维修、检查和营救）才能进入机房，防止无关人员触及曳引机及使附属设备和滑轮受到损坏，或使电梯意外动作对其他人员造成伤害。

5. 转动的滑轮和曳引轮应设有安全措施（挡绳板、防坠物挡板），防止转动的轮伤害检修人员、防止轿厢冲顶或撞底时引起曳引绳脱槽、防止杂物落入绳和槽之间。

层门 设在电梯井道通往楼层的开口上，既是电梯的安全部件，又是建筑物的装饰。层门的开闭与锁紧是电梯使用者安全的首要条件。约有70%的电梯人身伤亡事故与层门的不安全状态有关。

1. 门及框架材料应具有足够强度（一般用金属制造），保证在使用过程中不产生变形。

2. 层门关闭时，在门扇之间、门扇与立柱之间、门楣或地坎之间的间隙应尽可能地小（不超过6 mm）。每层站进口应装设一个足够强度的地坎，以承受轿厢载荷的通过。

3. 动力操纵的自动门应该具有层门运行保护功能。当乘客在层门关闭过程中进入轿厢触碰门扇时，门将重新开启，并且关门的力不应超过150 N，防止关门时对乘客造成撞击或夹持伤害。

4. 层门开闭应与轿厢运动联锁，在正常运行时不可能打开层门，除非轿厢在该层门停止运行时层门方可打开，防止坠落危险。只要层门中有任一扇开着，电梯就不能启动或继续运行，防止剪切伤害。

5. 紧急开锁。层门应用与开锁三角孔相匹配的三角形钥匙，在应急状态时，将接近轿厢层站的层门从外面开启，援救乘客。专用钥匙要专人管理，不得随意配制。

轿厢 是电梯垂直运动的主体部件，轿厢是电梯运送人员或物件的箱体容器。其安全可靠性直接关系电梯运行的安全。

1. 应根据额定起重量和乘客人数,严格遵守有关规定,对轿厢的有效面积应予以限制,防止超载。

2. 轿厢结构必须具有足够的机械强度,以承受电梯正常运行、安全钳动作和轿厢碰撞缓冲器时所产生的作用力。轿厢不得使用易燃材料,或由于燃烧生成物可能对人造成伤害的材料。

3. 轿厢应由轿壁、地板和顶板完全封闭,只允许留有正常出入的进口轿门、安全门、轿厢安全窗(应急活板门)和通风口。

4. 轿门应无孔,除必要的间隙外,关闭时应将人口完全封闭。轿门关闭时,在门扇之间、门扇与立柱之间、门楣或地坎之间间隙应尽可能地小(不超过6 mm)。

5. 轿厢安全门和安全窗(应急活板门)是用于援救和撤离乘客的,日常运行时不得使用。应设有手动上锁装置,并能不用钥匙从轿厢外开启,在开启状态或未锁紧状态,电梯不能运行。安全门安在轿厢侧壁,不得开向轿厢外。安全窗(应急活板门)一般安在轿顶,不得开向轿厢内。

6. 轿厢须装设护脚板,护脚板是从层站地坎或轿厢进口地坎向下延伸的,具有平滑垂直部分的裙板。其宽度等于相应层站人口整个净宽度,护脚板的垂直部分以下成斜面向下延伸,斜面与水平面夹角大于60°,其水平投影深度大于20 mm。

7. 满足与人体测量参数相匹配的轿厢尺寸,轿厢内部和进口净高度至少为2 m。

8. 轿顶应有供至少两人站立的净面积,轿顶强度应能支撑两人而无永久变形,还应设置安全栏杆,防止人员从轿顶坠落造成伤亡事故。

9. 在由于各种原因造成电梯停在靠近层站的地方时,为使乘客迅速离开轿厢(援救或自救),在切断开门机构电源情况下,可能用下述方法打开轿门:从层站处用手开启或部分开启轿门;借助三角形钥匙开启或部分开启轿门;如层门与轿门联动,可从轿内用手扒开门。

噪声要求 民用电梯运行环境,机房噪声不大于80 dB(A),运行中轿厢内噪声不大于55 dB(A),开关门过程噪声不大于65 dB(A)。

曳引钢丝绳 是维系电梯安全运行的关键件。在电梯运行过程中,曳引绳承载电梯悬挂的全部载荷和电梯频繁启、制动的冲击,在缠绕系统中反复弯折,在曳引轮绳槽内承受很高的比压。曳引钢丝绳的破坏会导致严重后果,因此,要求其强度高、韧性好、耐磨擦挤压、抗疲劳性好。电梯曳引绳用韧性等级为特级的高强度钢丝,用天然纤维(剑麻)或合成纤维(聚丙烯或聚乙烯)为绳芯,采用6股或8股(8股较多)双绕方法制造的右交互捻钢丝绳,一般线接触钢丝绳都可用于电梯曳引绳,使用最多的是线接触外粗式西尔钢丝绳。

1. 曳引绳的安全系数应不小于下表列值:

曳引绳的安全系数

驱动类型	曳引驱动电梯		卷筒驱动电梯
钢丝绳的根数	3 或 >2	2	
安全系数	12	16	12

2. 与曳引绳配合的曳引轮或滑轮,其标称计算直径与曳引绳的标称直径比值不应小于40,以保持曳引绳较长的寿命。

3. 曳引绳与其端接装置的接合可采用金属或树脂充填的绳套、自锁紧楔形绳套、带绳孔的金属吊杆等多种方法,无论采用哪种方法,接合处强度都不得低于钢丝绳最小破断拉力的80%。

使用信息 信息也是一种安全措施,包括用文字(必须使用所在国文字)、标志、符号、信号、图表等形式,其功能为规定电梯的用途以及适应范围;提示如何安全正确地使用,并对不按规定使用机器可能导致的危险提出警告,防止随意操作造成危险或损害;警告设备存在的遗留风险和紧急情况下应采取相应的补救措施等,向用户和使用者传递信息、发通知或提出警告。

1. 轿厢内应标示电梯的额定载荷及乘客人数、标出电梯的制造厂名称及经有关部门安全检验认可的准用标志。

2. 操作开关的形式、颜色、排列应规范、易于识别,特别是停止、警告、报警信号应醒目并标以文字,防止误操作。

3. 层站应设清晰的指示信号,使轿厢内外人员明了运行情况。

4. 通往机房、滑轮间的门或活板门外应设有提醒简短文字,防止无关人员误入。电梯检修期间,在检修门旁应设防护屏关有警告标志,必要时,应设专人看守。

5. 限速器、安全钳、缓冲器、锁紧等装置应设铭牌,标明制造厂名、调整指标、关键技术数据。

dianti anquan zhuangzhi

【电梯安全装置】 通过安全装置消除或减小电梯运行时的危险,安全装置可以是单一的装置,也可以是多个安全装置动作联锁。

超载限制器 是控制电梯在额定载荷下运行的安全装置。装置利用称重原理测定轿厢内载荷,当载荷在额定载荷以下时,电梯正常工作;当载荷超过额定值时,切断电梯控制回路,使电梯停止工作,从而防止电梯超载。

电梯限速器 是控制电梯下降超速的安全装置。常见的有甩块式和甩球式两种,装置利用离心原理,以甩块(球)旋转产生的离心力,反映电梯的运行速度。

当电梯以正常速度下降时，块（球）在离心力作用下外摆幅度不大，装置不动作；当电梯超速下降时，离心力使块（球）大幅度旋转，达到限速器动作的速度时，切断控制回路，使曳引机停转，制动器制动，迫使电梯运行停止，并且在必要时，使安全钳动作。限速器一般安装在电梯机房楼板上或井道顶部。

电梯安全钳 是在轿厢或对重向下运行速度达到限速器动作的速度时，或在悬挂装置断裂的情况下，强制轿厢或对重运动停止并保持静止的一种机械安全装置，安全钳装在轿厢或对重架上，利用钳口压紧面，靠摩擦或自锁来夹紧导轨。常见的有安全钳、瞬时动作安全钳、具有缓冲作用的瞬时动作安全钳、渐进式安全钳等多种类型。安全钳的动作必须由限速器操纵，禁止用电气、液压或气压装置来操纵。

电梯缓冲器 是位于行程端部的一种弹性停止装置，安装在轿厢和对重行程底部的极限位置，分轿厢缓冲器和对重缓冲器两类。缓冲器有蓄能型（弹簧）和耗能型（液压）两种，额定速度1 m/s以下的电梯采用蓄能型，耗能型可用于任何速度的电梯。缓冲器的作用是当轿厢或对重超速时，在限速器动作、安全钳尚未制动，而轿厢或对重快速接近轨道端部时，将轿厢或对重的动能全部吸收。

门安全装置 是防止人员在门扇关闭过程中进出轿厢时，被门扇撞击或夹持造成伤害的安全装置。有机械式安全触板、电子检测器、光电检测器三种，分别通过杠杆凸轮机构、电容感应、光线变化来控制自动门机构电动机的转向，使正在关闭的门扇在受到人触碰后重新开启。很多电梯将电子式或光电式检测器与机械式安全触板联合使用。

自动门锁和联动装置 是对电梯安全有重要作用的安全装置。层门的门锁在关闭状态下，从层门外不能扒开层门，只有门锁锁紧才能接通电梯的控制回路使电梯升降。通过门锁和联动装置使轿门和相应楼层的层门同时动作，而其他楼层的层门关闭。门闭合则轿厢运动，只要有一个 层门门锁打开，电梯就停止运行。

盘车手轮 位于曳引电动机伸出轴上，平时用来调节改善曳引系统的启制动性能。当意外原因造成电梯轿厢不能平层时，可由人工松开制动器的抱闸，手工转动盘车手轮使曳引轮旋转，带动轿厢就近平层。

此外，电梯的安全装置还有电气安全装置、防止冲顶撞底的限位开关、紧急停车的急停开关、检修开关等等。

dianti shanghai shigu

【电梯伤害事故】 正常情况下，电梯是比较安全的运输工具。据统计，美国和加拿大约 34 亿公里电梯行程中，只发生一次事故。而在我国，电梯伤害事故却居高不下，电梯关人、夹人，或开门后对不准楼层、打不开或关不上门等现象时有发生，甚至发生恶性事故，仅北京市 1996 年就发生恶性事故 10 起，死亡 8 人，伤 2 人。

常见的电梯伤害事故

1. 剪切夹挤 指在电梯运行过程中，人员跌进轿厢与井道墙壁之间导致夹挤伤害；正在进、出轿厢时，或处于层门和轿门之间进行维修时，电梯意外移动引起的剪切伤害；从层门向井道探身时，被驶来的轿厢剪切伤害；轿厢向上运行超过极限冲顶，对正在轿顶的人员造成夹挤撞击伤害；在轿顶的人员身体探出运行的轿厢垂直界面外，与导轨装置或对重撞击剪切造成伤害。

2. 高处坠落 层门开启而轿厢却不在该层，人员未加以确认误踏人井道坠落；检修人员在轿顶站立不稳造成坠落；在电梯故障时，人员从轿厢或轿顶向临近楼层转移而造成失足坠落。

3. 蹾底 轿厢超速向下运行，或悬挂装置破坏，导致轿厢撞击坑底设施或地面，对轿厢内人员造成伤害。

4. 触电 人体接触带电物体引起的伤害。

5. 其他伤害 如一般的机械伤害等。

电梯事故的特点

1. 事故类型最多的是高处坠落和剪切夹挤。

2. 多发地点是轿顶、层门和轿门，特别是层门（约有 70% 发生在层门）。

3. 事故的发生常在检修过程中、电梯故障或带病运行、困梯营救时。

电梯伤害事故的原因及后果 电梯事故原因是多方面的，有设备本身的问题，有人为原因，也有管理和资金等方面的问题。电梯设备本身质量在设计、生产、安装、使用任何环节中的隐患，都可能在使用中带来严重后果。

1. 民用电梯中存在的早期生产设备陈旧、安全设施不健全、非标准淘汰梯数量多等问题，长期得不到解决。甚至有些设备落后厂生产劣质电梯，国家明令淘汰的品种和型号电梯流人市场。以北京为例，现有民用电梯 3 万台以上，国家建设部明令在 1997 年就应全面淘汰的老型继电器控制的电梯和1 m/s以下的低速电梯，仍有 2 000 台在继续使用。

2. 安装环节问题多。电梯生产企业重生产、轻安装，由生产企业直接安装的电梯比例低。大多数电梯由与生产企业无直接关系的单位承担，形成电梯安装与生产割裂的局面，导致出现问题互相推诿，安装质量难以保证。

3. 维修技术力量不足。电梯是高技术、使用频繁的设备，必须有很好的维修保养才能正常运行。按规定

电梯应3年一中修、5年一大修，实际很少能达到这一要求。早期高层建筑在设计上就是单部电梯，没有备用，造成过量使用，加速老化，有些十几年从未认真维修保养过。一些安全装置失灵，甚至没有，仍涉险载客。

4. 管理人员非专业化。缺乏电梯安全意识，疏于对电梯设备的管理，忽视对技术人员和电梯工的安全教育与培训，资金投入不足。

5. 维修人员安全观念淡薄、违章操作。例如，层门开启而无人看守、不设标志、无防护，使人误入井道；检修期没将控制开关转至"检修状态"，或将门开关联锁短接，门未关闭而轿厢运行伤人；机房、轿厢、轿顶交叉作业，呼应不够；带电作业不用个人绝缘防护用品等。

6. 乘客的不安全行为。某些乘客对电梯的无知和不文明行为，可直接对电梯造成损害，给自己生命带来危险。例如，踢门、打门、扒门；随意按击呼梯按钮，损坏电梯设施；乱配电梯层门开锁钥匙；在轿厢内打闹、蹦跳等。另外当电梯出现故障被困时，惊慌失措，不是等待营救，而是自作主张扒门、爬窗，这都是很危险的。乘客是电梯的享受者，同时又是不安全电梯的受害者，爱护电梯就是珍爱自己的生命。

dianti anquan biaozhun he fagui

【电梯安全标准和法规】 为了规范电梯行业，加强电梯管理，有关方面先后制定颁布一系列法规和规范性文件：

《关于加强电梯管理的暂行规定》(1994年11月)由建设部和经贸委、国家技术监督局联合发布，1995年5月1日起正式实施。规定的核心内容是，实行电梯生产的许可证制度，对电梯行业实施从制造、安装、到维修的"一条龙"管理体制，从源头上把住电梯的质量关。

《电梯制造与安装安全规范》(GB7588—87)强制性基本标准，是为了保证电梯安全而制定的。制定标准的目的是为电梯规定安全准则，防止电梯运行时发生伤害乘客和损害货物事故。标准包括16个部分和7个附录。内容涉及电梯结构各个组成部分的制造与安装、注意事项和操作要求，以及检验、试验、记录与维修等。

《电梯技术条件》(GB10058—88)

《电梯试验方法》(GB10059—88)

《电梯安装验收规范》(GB10060—88)

《电梯主参数及轿厢、井道、机房的型式与尺寸》(GB7025—86)

《电梯用钢丝绳》(GB8903—88)

《电梯钢丝绳用冷拉钢丝》(GB8904—88)

dianti anquan guanli

【电梯安全管理】 将电梯纳入特种设备管理，实行"一条龙"管理体制，即把制造、安装、维修三个环节的责任全部落实在电梯生产企业身上。

1. 实行电梯生产的许可证制度，电梯生产企业必须经建设部门认可，并颁发《生产许可证》才能进行生产。国家命令淘汰的电梯品种和型号，不允许再生产、安装、销售。

2. 电梯生产企业是制造、安装、维修三个环节的责任人。无论哪个环节出现问题，都要追究生产企业的责任。改变以往生产企业只管制造，不管安装、维修，使在用电梯的问题长期得不到解决的不正常局面。

3. 电梯安装和维修可由生产企业自己负责，也可实行委托代理制。委托代理企业必须经电梯生产企业认可，并提供有关技术资料，对人员进行技术培训和指导。未经电梯生产企业认可的单位，不得承担电梯的销售、安装和维修工作。这样，电梯生产企业可以对电梯质量实行全过程的有效控制。

4. 有关部门及其设置的专门安全技术检验机构，对在用电梯及其安全防护装置的安全性能，进行定期监督检验，核发准用证。

5. 电梯的安全使用最关键的责任人是电梯的产权单位。产权单位要对电梯的安全状态负责，并实施管理。包括建立安全管理岗位责任制、技术档案管理、建立健全电梯安全运行管理制度和操作规程等。

6. 维修人员和电梯操作工应具备良好的职业道德，必须经过有关部门的技术培训，经考试合格方可上岗。维修人员应掌握电梯工作原理、基本构造及功能，会排除处理各种故障，进行日常的例行保养，具有适当的电工、钳工技术操作技能。电梯操作工应了解电梯的基本知识，掌握各种按钮开关的操作，会正确操纵电梯的运行，处理各种紧急情况，能发现异常问题、排除常见故障。

7. 教育乘客文明乘梯，自觉爱护电梯的各种设施，遵守乘梯规定，普及安全乘梯的基本常识。

keyun jiakong suodao

【客运架空索道】 这是一种将钢索架设在支承结构上作为轨道，通过运载工具来输送人员的运输系统。可服务于城市公共交通、运送厂矿企业的职工、运送乘客登山等。我国的客运索道多建设在旅游观光场所。

客运索道是由钢索(运载索，或承载索和牵引索)、钢索的驱动装置、迂回装置、张紧装置、支承装置(支架、托压索轮组)、抱索器、运载工具(吊厢、吊椅、吊篮和拖牵式工具)、电气设备及安全装置组成。索道的工作原理是，钢索回绕在索道两端(上站和下站)的驱动轮和迂回轮上，两站之间的钢索由设在索道线路中间的若干支架支托在空中，随着地形的变化，支架顶部装设的托索轮或压索轮组将钢索托起或压下。载有乘客的运载工具通过抱索器吊挂在钢索上，驱动装

置驱动钢索,带动运载工具沿线路运行,达到运送乘客的目的。张紧装置用来保证在各种运行状态下钢索张力近似恒定。

客运索道按钢索的利用情况可分为单线索道(承载和牵引功能合为运载索)、双线索道(承载索和牵引索分开)、多线索道(多条承载索或牵引索)。按运行方式可分为往复式索道和循环式索道。循环式索道又可分为连续循环式、间歇循环式(运行—停止—运行)及脉动循环式(在运行中速度可变)。我国目前在用客运索道中最主要的型式是多线往复式和单线循环式两种。

往复式索道(见图1)是最早出现的索道类型,常见的有双线式、三线式或四线式。其钢索不是循环运转,而是带动客车在两站间做往复运动。这类索道简便、安全,可以跨越大跨度,所立支架少,甚至不立支架。因此,在各种难以跨越的江、河及复杂地形情况下,仍是唯一的索道选择方案。

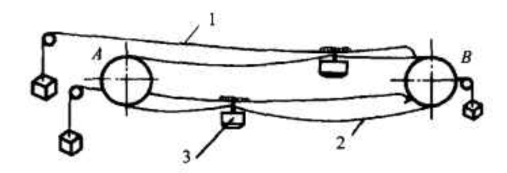


图1 往复式客运索道示意图

1—承载索 2—牵引索 3—客车

单线循环式索道只用一根钢索(承载索和牵引索合为运载索),索系最简单,是我国索道的主导类型。按使用的抱索方式分为固定抱索器式和脱挂抱索器式两种索道。其中又以固定抱索器的单线循环吊椅式索道(见图2)数量最大,占索道总数的2/3。其优点是吊椅用抱索器固结在运载索上,安全度高,建设周期短,投资少,效益好。其缺点是全线只能采用同一速度,为了使站内乘客上下便利、安全,而被迫在线路上采取与站内相同的低速运行,使运输能力受到限制。

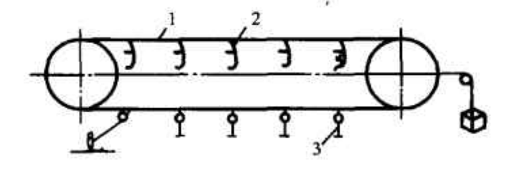


图2 固定抱索器吊椅式和拖牵式索道示意图

1—运载索 2—吊椅(吊椅式索道用)

3—拖牵器(拖牵式索道用)

脱挂抱索器的单线循环式索道(见图3)是用活动抱索器夹紧钢索的。进站时活动抱索器通过脱开器打开抱索器,使客车与钢索脱离,由抱索器上的滚轮转移到站内轨道上运行;出站时,抱索器通过挂结器咬合钢索,由钢索带动客车在线路上以高速运行。这样就实现了客车在站内低速运行,方便乘客上下;而在线路上又可高速运行,加大客运量。关键技术问题是抱索器与钢索的脱挂要安全、灵活,在挂索瞬间抱索位置准确、可靠、与钢索运动同步。这要求索道有一套完善可靠的检测装置,在脱、挂索失误或抱索力不够时,能及时检测出来并停车。缺点是设备昂贵,技术要求高,维护难度大。

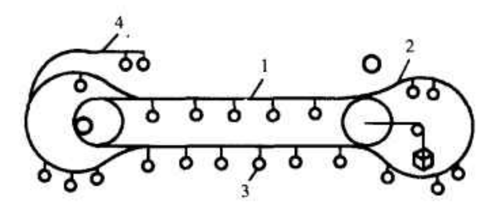


图3 单线循环脱挂式索道示意图

1—运载索 2—站内固定轨道 3—吊厢 4—车库

与其他运输工具相比,客运索道突出的特点是:可直接跨越山川和地面障碍,适应性强;运距短,节省行程时间;结构紧凑,施工量小,对自然景观破坏小;低能耗(一般用电力驱动),无污染;投资比其他运输形式相对低,回收快。近几年客运索道在我国得到迅速发展。

同时我们应该看到,索道距离地面高达几米、十几米、甚至上百米,人体处于高处运动状态,这既是索道吸引人之处,也是危险所在。客运索道的服务对象是临时乘客,他们完全没有索道专业知识,也无法进行专业培训,在乘坐索道整个过程中,无论是心理恐慌,还是身体不适,或由于无知带来的冒险行为,甚至天气突变的影响,都会带来严重的安全问题。索道运行是由索道站集中控制的,发生问题时,乘客无法随时自主控制运行状态,不能中途随意上下。对于一般其他种类机械,当运动停止,危险状态就随之解除。而索道不管是在正常运动状态由于乘客原因而发生问题,还是由于雷击、停电、设备故障等原因使索道处于停车状态,或者是营救乘客的操作,只要人处于高处,危险状态就没有解除。特别是我国游览索道都是在野外露天、名山大川,地形、地物、天气条件复杂,给索道救护增加困难。客运架空索道安全问题必须给予足够重视。

keyun jiakong suodao shigu

【客运架空索道事故】 我国约有一百二三十条索道,客运索道大多建在名川大山、野外露天场所。游客乘坐的吊椅或客厢悬挂在高空钢索上运行,索道站职工每天沿线路巡检维护,也要攀登处于高处的机械台架、支架、高空检修平台或小车,索道事故时有发生。常见事故有游客直接从吊椅、吊篮、客厢上跌落伤害;由于脱索、钢索绞缠或断索等原因引起的运载工具坠落或与前面运载工具相撞坠落造成的伤害;职工在

露天高处维护、修理作业时意外造成伤害等,高处坠落事故占90%以上。其他事故(如机械、触电、雷击等)也有发生,但比例较小。索道事故发生,不仅给家庭、单位和国家造成严重损失,而且产生不良的社会影响。

事故的发生往往是多种因素综合作用的结果,尽管由于地形、气候条件、布置线路、索道类型、设备情况、客流情况等方面存在着差异,但都可以从设备的状态、人员的行为和管理水平三方面进行索道事故的原因分析。其中索道设备的不安全状态和人的不安全行为常常是引发事故的直接原因。

首先,设备的不安全状态是由设计、制造、安装和使用的各个环节决定的。无论是设计的先天不足、工艺路线和支架布置不合理、机电设备选型错误或零部件不符合安全要求、安装缺陷,还是随着使用年限的增加和受自然条件(地质、水文、气候、地形)的影响,混凝土基座破坏、金属支架焊缝开裂、构件部件受腐蚀、磨损、老化失效,以及在复杂多变载荷作用下的疲劳破坏、缺少必要的安全保护措施和检测报警装置等,每一个环节的问题,都会对索道的运行留下重大隐患。

其次,是人为原因。索道涉及的人员范围广,包括索道站的职工、索道乘客、线路周围的其他单位职工和居民三类人员。索道站的职工大多是从园林、旅游部门转行而来,对索道专业知识知之不多或不深,对索道设备维护保养不利,有时发生误操作、甚至违章作业等行为;乘客为旅游目的乘坐索道,几乎从未接触过索道专业知识,不了解由于自己的不当行为会带来什么严重后果,不知道发生意外应如何配合援救,不可避免带来很多错误动作或冒险行为;索道是开放式运营设备,难以实现全线路的封闭管理,线路周围的其他单位职工和居民不了解索道的性能特点,在本单位的作业、施工,或在居民日常生活和劳动过程中,与索道运行发生冲突,也可能使索道出现险情。来自任何人的不安全行为都可能引发事故,或使索道遭受破坏。

再者,是管理缺陷。我国客运索道起步晚、经验少,但由于效益好、发展快,吸引了一些不具备资格的单位匆忙涉足索道的设计和制造,致使某些不符合安全设计要求的索道流入市场。个别索道站(公司)对索道设备安全管理的重要性缺乏认识,对国家法规、标准不熟悉,片面追求经济效益,忽视对职工的安全教育和技术培训,对设备的检测验收、保养维修不重视,缺少必要的规章制度,甚至无证上岗、无证经营,给索道事业的健康发展构成了很大威胁。我国客运索道安全状况不容盲目乐观,有关单位和部门领导必须高度重视,严格管理,完善设备,加强对人员的培训和教育。

keyun jiakong suodao anquan biaozhun he fagui

【客运架空索道安全标准和法规】 可以分为行政性法规和技术标准两大类。

行政性法规 《客运架空索道安全运营与监察规定》(1991.4.16)由原国家劳动部颁发,为了加强对客运架空索道的安全监察管理,保障人身安全和设备安全而制定。本规定内容包括总则、安全运营、安全监察、罚则、附则五部分。文中规定,客运架空索道的运行实行《安全许可证》制度。

《关于发放客运索道〈安全使用许可证〉的通知》(1992.3.21),由原国家劳动部发布,并陆续公布了获客运索道安全使用许可证的单位名单。许可证有效期为两年,如期满后继续运营,应经有关部门复查合格后,更换新证书。

《关于〈客运架空索道安全管理资格证书〉复审换证工作的通知》(1995.10.25),由原国家劳动部职安局发布,通知规定索道站(公司)站长(经理)必须持有资格证书上岗,证书有效期两年,期满后仍需继续从事该项工作,应经复审合格,核发新的资格证书。

《关于进一步加强客运架空索道安全管理工作的通知》(1996.4.26),原劳动部发布,通知要求切实加强对客运架空索道的安全监察和安全管理的力度。

安全技术标准 《客运架空索道安全规范》(GB12352—90)为强制性标准,规定了客运架空索道的设计、制造、检验、使用与管理等方面最基本的安全要求。在对索道的线路和站址的选择、运行速度、运载工具的载客人数、支架载荷托压索轮的安全性、风雪载荷的计算、救护等问题做出一般规定的基础上,重点针对钢丝绳、站房、线路构筑物、运载车辆、通讯设备、安全电路和信号系统、运营、标志等方面提出明确、具体的安全要求。

《架空索道用钢丝绳检验和报废规范》(GB9075—88)规定了架空索道用钢丝绳的安装、检查、维护保养和报废标准。

jiakong suodao de shigu yingjiu

【架空索道的事故营救】 一旦发生停车事故(如遇脱索、雷击、停电、设备故障或人为原因),必须把乘客从线路上及时救下来或者救回索道站。由于受地形、地物、天气条件和索道设备的限制,营救难度大、救护时间长,社会影响也较大,再加上营救工作本身就是高空作业,必须从人员组织和措施两方面,保证营救工作的顺利实施。

人员组织 建立完善的救护组织。组织成员包括索道站全体职工,必要时与市和地区公安消防系统联合整编。救护组织应包括以下4个方面:

1. 通讯组。负责人员召集、有关信息的上传下达、本站与外部的联系,向乘客做宣传解释工作、安定乘客情绪、讲解救护方法。

2. 援救组。具体实施营救操作,力争在最短时间内将乘客撤离到安全地方。夜间运行需提供必要的照

明措施。

3. 医疗组。对伤员进行必要的现场医疗处理，将重伤员及时送入医院治疗。

4. 消防公安组。负责维持秩序，防止意外，防止或及时扑灭火灾。

营救措施 救护措施、方法要符合索道实际（例如索道类型、运载工具离地高度、地形和天气条件等），配备相应适宜的营救设施、工具。常见的方法有：

1. 垂直营救。适用于离地面较低的运载工具上的人员救护。

（1）用梯子营救。

（2）用带起重滑车的营救装置营救。借助支架将营救装置挂到运载索上，并移向被救助乘客所在的运载工具，用起重滑车将营救人员提升上去，在营救人员帮助下，把乘客放到地面。

（3）用缓降装置营救。吊厢容量大于15人时一般配备1名乘务人员，车厢顶（或底）部开有人孔。当发生事故时，可在乘务人员帮助下用缓降装置将乘客放下。

2. 水平营救。即将乘客沿索道拉回站内的营救，适用于离地面较高且地形条件复杂（例如在水面上）情况的人员救护。

（1）用索道备用牵引系统和驱动装置。

（2）用自行式营救车。沿承载索靠营救车自身驱动机构达到乘客车厢，将乘客救回站内。

（3）设置独立营救索道。设置与原索道并列、独立的索道系统和驱动装置，在原索道故障停运时，操纵营救索道车厢靠近乘客车厢，将乘客救回站内。

3. 直升飞机营救。

要加强对营救设备和用具的保养、检查和存放的管理，保证选用正确，性能要安全、可靠。还要组织救护人员进行每年至少一次的救护演练，以使全体人员明确自己的岗位、熟练救护方法、掌握营救技能，以备事故发生时，能各在其位、各司其职，在较短时间内（一般在3小时之内）用最安全的方法完成救护任务。

keyun jiakong sodao anquan guanli

【客运架空索道安全管理】 客运架空索道在我国是一个新的行业，国家有关部门特别重视客运索道安全管理，自1989年开始，组织制定了用来保证客运索道安全运行的一系列国家法规和技术标准，将客运架空索道纳入了规范化、法制化、科学化的管理轨道。客运架空索道属于特种设备，实行安全使用许可证制度，实施国家有关部门、省级管理部门、当地管理部门和客运索道站（公司）等多级安全监察、管理，有效控制索道事故发生，切实保障索道工作人员和乘客的安全。

国家有关部门负责客运架空索道法规、技术标准的制定和《安全使用许可证》的颁发、管理和监督工作，公布获得《安全使用许可证》的单位名单。省级管理部门负责对《安全使用许可证》的申请进行预审和安全审查检测工作。当地管理部门协助省级管理部门做好日常的安全监督工作。“国家客运架空索道安全监督检验中心”承担客运索道设计的安全审查、安全检验和管理操作人员的安全技术考核、培训工作。对于已经取得《安全作用许可证》，但经复查或抽查不合格的，管理部门可令其停止运营并限期改正；对于由于设计、制造、管理等问题导致发生重大人身伤亡事故的，在整改期限内达不到安全要求的索道，管理部门可注销其《安全使用许可证》。对于没有取得《安全使用许可证》而违犯规定自行投入运营的索道，管理部门有权责令其停运，并根据有关规定给予处罚。

客运索道站（公司）负责客运索道的安全管理工作。客运索道（公司）的站长（经理）是索道安全运营第一责任者，必须参加培训考核，取得客运架空索道安全管理资格证书，定期复审，保证持证上岗。在任期内，建立健全以站长（经理）为首的分工负责安全运行管理保证体系，实行承包经营的必须明确承包期间要实现的各种安全指标，包括：

1. 设置专职安全管理部门，配备专职安全人员，建立完善的救护组织。

2. 建立健全以安全运营为中心的各项安全管理规章制度。

3. 对职工进行安全教育、业务培训和考核，定期进行营救演练，增强安全意识，掌握安全技能，提高防范处理事故的能力。

4. 加强对设备，特别是对安全影响大的零部件（例如钢索、运输吊具、抱索器、制动器、各类安全装置、通讯器材和营救设施等）的安全检查、维护和保养，及时发现、消除设备的安全隐患，保证设备的完好状态。

5. 建立健全安全档案，注意数据、资料（包括设备的原始材料，使用期的检查、整改、修理记录，事故险情的处理、上报等）的积累和整理，向管理机构提供分析、决策依据。

（三）锅炉压力容器安全

guolu

【锅炉】 锅炉是利用燃料（包括固体、液体、气体燃料）燃烧释放的热能或其他热能加热水或其他工质，以获得规定的参数（温度、压力）和品质的蒸汽、热

水或其他工质的设备。

锅炉可以按以下方法进行分类。

按用途可分为：电站锅炉、工业锅炉、生活锅炉、机车锅炉和船舶锅炉。

按锅炉参数可分为：超临界锅炉、亚临界锅炉、超高压锅炉、高压锅炉、中压锅炉和低压锅炉。

按所提供热载体可分为：蒸汽锅炉、热水锅炉和有机热载体锅炉。

按热能来源可分为：燃煤锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉、电热锅炉和废热锅炉。

按燃烧方式可分为：层燃锅炉、室燃锅炉和沸腾锅炉。

按排渣方式可分为：干态除渣炉和液态除渣炉。

按介质循环方式可分为：自然循环锅炉、强制循环锅炉、低倍率循环锅炉、辅助循环锅炉、复合循环锅炉。

锅炉是一种承压而且具有爆炸危险的设备，一旦发生事故，不但造成财产损失和人员伤亡，而且影响生产和人民生活。为了保证锅炉安全运行，世界各个国家都根据锅炉事故的惨痛教训，制定了严格的锅炉规程，建立了严密的监察体制，配备了坚强的队伍，对锅炉进行严格的监督检查，保证锅炉安全运行。1955 年 4 月，天津第一棉纺厂一台田熊锅炉发生爆炸，1956 年国务院决定在劳动部成立锅炉安全检查总局，着手制定法规，依法对锅炉进行监察。1982 年，国务院颁发了《锅炉压力容器安全监察暂行条例》。2003 年 6 月，国务院颁布了《特种设备安全监察条例》，《锅炉压力容器安全监察暂行条例》同时废止。

guolu yonggang

【锅炉用钢】 锅炉用钢分为锅炉钢板、锅炉钢管、锻件、铸钢件和拉撑件五种。

锅炉钢板 指制造水管锅炉的锅筒及锅壳式锅炉的锅壳、炉胆等受压元件的钢板。

在制造过程中，钢板要经受各种冷热加工，如压制、卷板、焊接、热处理等。因此，对锅炉钢板有特殊要求：

1. 具有较高的强度，包括常温及中温强度。

2. 良好的塑性、韧性和较低的时效敏感性。时效敏感系数不大于 50% 或时效后冲击韧性值不小于 29 ~ 34 J/cm^2。

3. 较低的缺口敏感性。缺口敏感性是指在带有一定应力集中的缺口条件下，材料抵抗裂纹扩展的能力。锅筒上要开大量的孔并焊接管接头，造成应力集中，故要求钢材的缺口敏感性应低一些。

4. 良好的加工工艺性能及焊接性能。在锅筒制造中，钢板要经过各种冷热加工并产生较大的塑性变形。在这些加工过程中钢板不应产生缺陷。这也靠材料的塑性来保证，通常要求锅炉钢板的延伸率 δ_5 应不小于 18%。

5. 焊接是现代锅炉制造中的主要工序。焊接质量的好坏在很大程度上决定着锅炉的制造质量和安全性能。影响焊接质量的因素很多，从材料方面说，要求锅炉钢板具有良好的可焊性。

6. 良好的低倍组织，要求钢板的轧制缺陷，如分层、非金属夹层、气孔、疏松等尽可能少，不允许有白点及裂纹。

锅炉钢管 指制造锅炉各种受热面管子及汽水管道的钢管。锅炉的这些部件大都在高温高压下工作，接触腐蚀性介质，在制造中要经过弯管、焊接等加工过程。对这些管材总的要求是：足够的强度，包括常温强度、高温持久强度；足够的热稳定性或抗氧化能力；良好的组织稳定性；良好的冷热加工工艺性及可焊性。

拉撑件 指卧式锅壳式锅炉管板与筒壳之间，为了改善其应力状况而加装的受压件。对于立式锅壳式锅炉炉胆与筒壳之间，为了缩短炉胆的计算长度而加装的受压件称为拉撑件。拉撑件分为角板拉撑、短杆斜拉撑、长杆拉撑等。这几种拉撑型式各有优缺点。角板拉撑节约材料，制作简单，但受力状态不好。特别是角板与管板连接的下端在内压作用下产生复合应力，不能用于受火部位；角板拉撑需要在锅筒内部焊接，其工作条件较差。这种拉撑型式我国用的较多。短杆斜拉撑与筒体、管板的连接焊缝在内压作用下承受的主要是剪切应力，而不是弯曲应力，受力状态较好。这种拉撑节约材料，与管板焊接方便，但不能与受火的锅壳连接。这种拉撑美国用得较多。长杆拉撑受力好，在内压作用下，拉撑杆与管板连接焊缝承受的是剪应力，拉杆本身则承受拉应力，安装制造方便。但这种拉撑用材较多，锅炉检验修理不便。

锅炉用锻件和铸钢件应符合相关标准的要求。

guolu shouya yuanjian qiangdu

【锅炉受压元件强度】 是指元件在承受介质压力及其他工作条件下的附加载荷时，在预定的工作期限内不破坏（不失效）的能力。因此，锅炉受压元件强度是保证锅炉安全的基础。

锅炉受压元件强度与材料性能、元件结构形状、内压及其他载荷情况等因素有关。材料性能是元件强度的基础，它决定了构成元件的材料抵抗破坏的能力；元件结构形状及载荷性质则决定了元件中的应力水平。一般说来，限制元件中的应力水平是保证元件不被破坏的基本条件。

gangcai rubian

【钢材蠕变】 对于每一种钢材在一定的温度范围内，它的变化量仅与外力和温度有关，而与外力作用时间无关。当超过一定温度后，材料的变形不但与外力大小、温度高低有关，而且还与外力作用时间长短有关。在外力、温度不变的情况下，随着外力作用时间

的延长,变形量在增加,这种现象称为钢材蠕变。钢材发生蠕变明显的温度称为蠕变起始温度。不同钢材的蠕变起始温度也不同。低碳钢蠕变起始温度为350 ℃;合金钢蠕变起始温度为400 ℃。对于钢材的高温强度要考虑蠕变的问题,其指标是蠕变限,即在某一温度下,在指定的工作期限内引起允许总变形的应力称为蠕变限。国内外的锅炉强度计算标准的高温强度均不采用蠕变限,而采用持久强度。

guolu suoshou yingli

【锅炉所受应力】 锅炉受压元件在各种载荷作用下形成的应力分为一次应力、二次应力和峰值应力。

一次应力 它是指在介质压力或其他外载荷的作用下,在受压元件中直接产生的应力。一次应力分为:膜应力、局部膜应力和弯曲应力。

膜应力:锅筒、凸型封头等薄壁元件,由介质压力直接作用下产生的沿壁厚应力平均值称为膜应力。膜应力的特点是:发生在大范围内;随着介质压力增加而增高;应力与介质压力平衡。膜应力对元件的安全影响最大,所以锅筒、凸型封头等元件的强度计算公式,均是根据膜应力按照一定的强度理论推导而来的。

局部膜应力:与支座接管相连接的锅筒,凸型封头的局部区域内,由外载荷(力和力矩)引起的应力沿壁厚平均值加上由内压力引起的膜应力之和,称为局部膜应力。局部膜应力的特点是:发生在局部范围(局部定义为应力强度超过1.1倍许用应力的距离沿轴线方向不大于0.5RS,式中R为半径;S为壁厚),并且此区域与另一超过许用应力区域的间距沿轴线或经线方向不小于2.5RS。这种应力与外力相平衡。局部膜应力发生在局部,周围区域对其有牵制作用,为此,局部膜应力对受压元件强度的影响小于膜应力。

弯曲应力:锅炉的平管板、集箱的平端盖在内压作用下产生的应力以及由于锅筒、集箱(和介质)重量的作用产生的应力都是弯曲应力。弯曲应力的特点:沿壁厚分布不均匀;随着载荷的增高,先是高应力部位的内外壁的应力达到屈服限,渐渐屈服层加厚直到该截面全部屈服,继之扩展到相邻截面,使元件失去工作能力;弯曲应力与外力平衡。由于弯曲应力不均匀分布,当最大应力区达到屈服时,其他部分仍处于弹性范围,因此弯曲应力对元件强度的影响小于膜应力。

二次应力 它是指受压元件在内压作用下,在元件几何特性相异部位的连接区域,由于变形不一致,但要保持结构的连续性,从而产生的附加的弯曲应力。如扳边元件与圆筒形元件连接形成一个密闭容器,在内压作用下,由于变形不一致但要保持结构的连续性,结果在扳边起点附近产生一个很高的附加弯曲应力,衰减很快。二次应力的特点:发生在局部区域;应力很高,衰减很快,即使高应力区的整个截面均达到屈服,形成塑性铰,但也不会引起破坏,具有自限性;这种应力不是由外力引起的,不与外力相平衡。

由于二次应力具有自限性,不会引起破坏,因而对元件强度的影响小于一次应力。

峰值应力 它是指受压元件几何形状突变处产生的应力升高值。锅炉元件中的小圆弧转角、焊缝缺陷等处应力集中区域的最大应力,扣除沿壁厚均匀分布或线性分布的应力值剩下的应力即为峰值应力。峰值应力的特点是:应力值很高,但衰减很快;不引起结构明显的变形,但成为导致疲劳破坏的起因,因而对元件强度影响很大。

anquan xishu yu xuyong yingli

【安全系数与许用应力】 安全系数是指用以保证受压元件安全的系数。安全系数的大小并不等于元件的实际安全裕度。安全系数主要考虑的因素有:钢材的质量、制造工艺、运行管理水平等综合经济指标。各个国家的锅炉规范的安全系数不完全一样,是由于各国的钢材质量、工艺及运行水平差异所决定的。我国锅炉强度计算标准规定,抗拉安全系数为2.7,屈服安全系数为1.5,持久安全系数为1.5。

许用应力是指在强度计算时,受压元件允许采用的应力。许用应力与元件的形状、工作条件、钢号及工作温度有关。当工作温度不超过钢材蠕变起始温度时,用钢材的抗拉强度、屈服强度除以相应的安全系数,取其小值作为许用应力值。当工作温度超过钢材蠕变起始温度时,用钢材的抗拉强度、屈服强度、持久强度除以相应安全系数,取其小值作为许用应力值。

抗拉强度是指钢材在作拉伸试验时,将材料拉断时的最大应力。

屈服强度是指钢材在作拉伸试验时,材料发生屈服或发生0.2%残余变形时的应力。

持久强度是指材料在一定温度下经历指定工作期限(10万小时)后,不引起材料发生蠕变破坏的最大应力。

shouneiya yuanjian de jianruo xishu

【受内压元件的减弱系数】 受内压圆筒形元件的减弱系数,包括孔桥减弱系数和焊缝减弱系数两种。

在进行受内压筒体强度计算时,为了弥补开孔对强度的影响,提出了孔桥减弱系数。在受内压筒体上开孔,由于筒体承载截面积减少和结构连续性遭到破坏,所以对筒体的强度产生影响。当相邻两孔孔径小于一个定值,而相邻两孔的节距也小于一个定值时,要进行孔桥减弱系数的计算($\frac{S-d}{S}$,式中d为直径;S为壁厚),使整体厚度增加,以补偿因开孔对强度的影响。孔桥减弱系数分为纵向孔桥减弱系数、环向孔桥

减弱系数、斜向孔桥减弱系数。强度计算时均要计算，然后将1倍的纵向孔桥减弱系数，2倍的环向孔桥减弱系数和当量斜向孔桥减弱系数进行比较取其小值作为计算值。如筒体还有焊缝时，还要将孔桥减弱系数与焊缝减弱系数进行比较。当两者不重合时，取其小值。当两者重合时，取两者乘积。所谓两者重合是指孔的边缘到焊缝边缘之间距离不超过10 cm。

焊缝减弱系数表示焊缝的可靠程度及人们对焊缝的信任。现代锅炉受压元件绝大部分是焊接结构，每个受压元件上都有数量不一、形式不同的焊缝。当代的焊接技术已经能使焊缝的强度与母材相等，甚至能使焊缝强度略高于母材强度。但是，由于焊接过程是局部金属在约束状态下的加热冶炼及结晶过程，使得焊缝金属在组织上、性能上有可能与母材存在差异，并且有可能存在各种缺陷。人们只能把这种差异及缺陷减小到允许的范围内，而不能彻底消除。这使得焊缝成为元件强度上的薄弱环节及敏感区域。焊缝减弱系数正是基于这种情况提出的。

焊缝减弱系数是一个经验性数据。它的大小与焊接方式、焊接接头形式等有关。对于焊接质量经过检验符合技术要求的焊缝，其焊缝减弱系数如下表所示。

焊缝减弱系数 φ_h

焊接方法	焊　缝　形　式	φ_h
手工电焊或气焊	双面焊接有坡口对接焊缝	1.00
	在焊缝根部有垫板或垫圈的单面焊接有坡口及对接焊缝	0.80
	氩弧焊打底的单面焊接有坡口对接焊缝	0.90
	无氩弧焊打底的单面焊接有坡口对接焊缝	0.75
熔剂层下的自动焊	双面焊接对接焊缝	1.00
	单面焊接有坡口对接焊缝	0.85
	单面焊接无坡口对接焊缝	0.80
电渣焊		1.00

试验表明，一般焊缝的高温持久强度较母材约低20%。如果强度计算中是依据持久强度确定材料许用应力的，则还应考虑焊缝持久强度降低所造成的影响。此时如果按下表确定的 $\varphi_h > 0.8$，则应取 $\varphi_h = 0.8$。

guolu gangcai lengcuixing

【锅炉钢材冷脆性】 它是指当温度降低到一定程度时，钢材韧性降低的一种现象。

锅炉中广泛采用的低碳钢和低碳低合金钢，都由体心立方晶格的 α 铁构成。对具有体心立方晶格的金属来说，当温度低到一定程度时，其冲击韧性明显下降，材料会突然变脆。

钢材产生冷脆性的温度在0 ℃上下。

冷脆常造成构件的脆性破坏。20 世纪 30 年代以来，世界各国的轮船、桥梁等屡次发生冷脆破坏的重大事故。这些事故的共同特点是：

事故发生时环境温度较低，在0 ℃上下；

脆裂构件中的应力水平低于材料的屈服限，属于低应力破坏；

脆裂发生之前没有预兆，破裂时速度极高。突然一声巨响，构件上即裂开一个巨大裂口，甚至整个桥梁或轮船断为两截；

脆裂的起源是构件上应力集中之处；

发生冷脆破坏的材料，其常温塑性符合标准要求。

锅炉虽然是承受一定温度的受压设备，但冷脆性也是一个值得注意的现实问题；锅炉受压元件在制造和检修时要进行水压试验，试验水温过低时，可能使钢材出现冷脆性。锅炉构架，特别是露天布置的锅炉钢制构架，在较低的环境温度下工作时，也可能发生冷脆现象。1968 年我国某锅炉厂制造的一大型锅筒在进行水压试验时突然破裂，就与冷脆性有关。

人们虽然对冷脆现象进行了大量的实验和研究，但对冷脆现象的本质和原因仍未获得深入的了解和一致的观点，只是大体上获得了避免冷脆性的具体方法：即通过实验找出钢材的“冷脆临界转变温度”，保证钢材在制造、使用和维护中的温度高于这个温度。

冷脆临界转变温度。它是指钢材的冲击韧性明显下降时相应的温度。实际上它不是一个具体的温度数值，而是一个温度区间，随材料、试件、试验方法等的不同而有不同的数值。评定冷脆临界转变温度一般有以下几种方法：

1. 按平均冲击值确定。在钢的冲击值—温度曲线中，以最高冲击值和最低冲击值的算术平均值所对应温度作为它的脆性转变温度。

2. 按冲击试样断口形貌评定。以试样断口刚出现结晶状形貌或全部呈结晶状形貌的温度作为韧脆转变温度，通常取断口结晶状面积占断口总面积 50% 时的温度为韧脆转变温度。

3. 按冲击值降至某一规定值所对应的温度确定。对梅氏冲击试样冲击值规定为34 J/cm²，对夏氏 V 形缺口试样，冲击值规定为25.5 J/cm²。

4. 按试样断面的塑性变形量确定。通常取相对收缩变形 $\Delta b = 1\%$ 时所对应温度为韧脆转变温度（$\Delta b = \frac{b_0 - b_1}{b_0}$，式中 b_0 为试样原来宽度；b_1 为发生塑性变形后的宽度）。

钢材冷脆临界转变温度的高低主要和以下因素有关：

缺陷情况。缺陷越尖锐，应力集中越严重，钢材的冷脆临界转变温度越高，即冷脆出现得越早。

加载速度。加载越快，冷脆临界转变温度越高，冲击载荷更易导致冷脆破坏。

构件厚度。构件越厚,冷脆临界转变温度越高,因而轮船、桥梁及厚壁容器更易发生冷脆破坏。

钢材的冶炼条件及杂质含量。沸腾钢及粗晶粒钢更易产生冷脆性。钢材中磷的含量会明显增加钢材冷脆性。因而对锅炉用钢材的磷含量有严格的限制。

shengmeiqi
【省煤器】 省煤器是锅炉的一个重要部件,它的工作原理是利用流经锅炉尾部烟道温度较低的烟气加热锅炉给水的受热面,以利于提高锅炉的热效率,节约能源。一般蒸发量较小(如小于等于1 t/h)的蒸汽锅炉和热水锅炉不装省煤器。省煤器的分类方法有:按与锅炉本体连接方式分为可分式省煤器和不可分式省煤器;按省煤器材质分铸铁式省煤器和钢管式省煤器;按省煤器出口介质温度分为沸腾式省煤器和非沸腾式省煤器。一般低压锅炉所配的省煤器多为可分式省煤器,其材质是铸铁。为了防止铸铁省煤器中的水汽化,介质出口温度应比相应压力下的饱和温度至少低20℃,因此,属于非沸腾式省煤器。而中压以上的锅炉所配的省煤器均是不可分式的钢管式省煤器,出水温度均达到相应压力下的饱和温度,因此属于沸腾式省煤器。

在锅炉点火启动过程中,由于锅炉还未向外供汽,还不需要向锅炉内补水。因此,省煤器内的水是静止不动的。而烟气照常流过省煤器,如不采取措施将会烧坏省煤器。为了防止在锅炉启动过程中将省煤器烧坏,《蒸汽锅炉安全技术监察规程》规定,装有可分式铸铁式省煤器的锅炉,宜采用旁通烟道或其他有效措施;装有不可分式钢管省煤器的锅炉,应装设再循环管或采取其他措施。旁通烟道是解决锅炉启动中,烟气不流经省煤器的有效措施。再循环管是把省煤器和锅筒组成一个循环回路,锅炉在启动时,虽然锅炉不需要补水,但省煤器已是回路中的一部分,水是流动的。这样,可以防止省煤器烧坏。

guoreqi
【过热器】 过热器是锅炉(特别是发电锅炉)重要的部件。它把从蒸发受热面出来的饱和温度的蒸汽加热到过热温度,以满足生产工艺和汽轮机组的要求。在我国中压机组过热蒸汽温度多为450℃;高压以上的锅炉机组,过热蒸汽温度有510℃、540℃、550℃三档。过热器分为对流式过热器和辐射式过热器。对流过热器主要以对流换热方式进行吸热,多布置在水平烟道内;辐射过热器则主要以辐射换热式进行吸热。辐射式过热器又根据布置位置不同分为墙式过热器和屏式过热器。以管屏的形式布置在炉膛上部或炉膛出口处的过热器称为屏式过热器;布置在炉膛内壁的称为墙式过热器。

在锅炉启动汽轮机甩负荷时,保护过热器不被烧坏是一个重要问题。在锅炉启动时,因蒸汽参数未达到规定之值而不能向生产或汽轮机供汽,在汽轮机甩负荷时,不能向汽轮机供汽。因此《蒸汽锅炉安全技术监察规程》规定,为了保证过热器的冷却,应采取向空排汽等措施。

过热器的损坏主要是因过热而引起爆管事故。一种情况是平行管排截面上的烟气分配不均或蒸汽分配不均而引起受热不均。另一种情况是因从锅筒来的蒸汽湿度大,经蒸发后盐垢结在管壁上,影响了传热,导致管壁过热。

zaireqi
【再热器】 再热器是高压及以上发电锅炉机组的重要部件。为了提高电站系统的经济性和减小汽轮机尾部蒸汽湿度,在高参数电站中普遍采用中间再热系统。再热器是将汽轮机高压缸或中压缸的排汽返回到锅炉再次加热到所规定的温度,再到汽轮机的中压缸或低压缸做功的重要部件。

再热器的结构与对流过热器相似,实际是一种中压过热器,也是由蛇形管组成的。为了减小蒸汽在再热器内的压降,必须降低再热蒸汽的流速。因此再热器采用较粗管径(ϕ42 ~60 mm)和多平行管圈的结构。

由于再热蒸汽压力较低,蒸汽比容较大、密度小,其放热系数比过热蒸汽小得多,对管壁的冷却能力差,使管壁温度超过蒸汽温度的程度大于过热器。因此,再热器通常布置在温度较低的水平烟道或尾部竖井中。

在锅炉生火或汽轮机甩负荷时,由于没有蒸汽通过再热器,所以《蒸汽锅炉安全技术监察规程》规定,应设置蒸汽旁路系统,以冷却再热器。

kongqi yureqi
【空气预热器】 空气预热器是为了提高锅炉机组热效率,改善燃烧工况而设置的非承压的重要部件,它是利用低温烟气将空气的受热面加热。空气预热器分为管式空气预热器和回转式空气预热器两种。管式空气预热器分为垂直布置和水平布置两种。垂直布置的管式空气预热器烟气在管内做纵向冲刷,而空气在管外做横向冲刷;对于中小容量锅炉和燃用高硫燃料的锅炉则将管式空气预热器水平布置,烟气在管外横向冲刷,空气在管内纵向冲刷。水平布置和垂直布置相比,在烟气和空气温度工况相同情况下,水平式可得到较高的管壁温度,有利于减轻低温腐蚀;但管外易形成堵灰,且外形尺寸大,难以取得合理烟气流速。回转式空气预热器是通过旋转器件使烟气和空气交替冲刷传热元件。按旋转器件的不同,回转式空气预热器又分为受热面回转式和风罩回转式两种。受热面回转式是转子转动使烟气和空气交替冲刷传热元件而传热;风罩回转式是通过转动风罩使烟气和空气交替冲

刷传热元件而传热。

空气预热器常发生的故障主要有三种情况:一是传热元件的磨损;二是腐蚀,主要是低温腐蚀;三是积灰。为了解决钢材低温腐蚀问题,管式空气预热器的管子除采用钢管外,还采用玻璃管和陶瓷管。

shuilengbi

【水冷壁】 水冷壁是锅炉主要蒸发受热面,它布置在炉膛的四面墙上。水冷壁吸收炉膛辐射热将锅水进行预热、蒸发。水冷壁分为光管式水冷壁和膜式壁两种。光管式水冷壁采用光管或内螺纹按不同节距组合而成。膜式壁则是采用鳍片管或光管加扁钢焊制而成。膜式壁可以提高炉膛密封性能,减少漏水量,提高锅炉热效率。由于密封性能好,易于实现低氧燃烧,减少烟气中的氮化物和硫化物,不但减轻了锅炉尾部受热面的低温腐蚀,也减轻了对周围环境的污染。膜式壁主要用于高参数、大容量锅炉上。近几年来,随着锅炉制造技术的发展,低压锅炉上也逐渐采用膜式壁。

为了保证膜式壁安全运行,《蒸汽锅炉安全技术监察规程》规定:膜式水冷壁鳍片与管子材料的膨胀系数应相近,鳍片的宽度应保证鳍片各部分在锅炉运行中的温度不超过所用材料的允许温度。

moshibi

【膜式壁】 由鳍片管或由光管加焊扁钢组成的全封闭的水冷壁称为膜式壁。膜式壁不但被大型电站锅炉广泛采用,而且工业锅炉上也逐渐开始采用。膜式壁的优点是:可以提高炉膛的密封性能,减小漏风量,提高锅炉热效率,同时易于实现炉内正压燃烧技术;易于实现低氧燃烧,减少烟气中氮的氧化物和硫的氧化物,不但减轻了尾部受热面的低温腐蚀,也减轻了对周围环境的污染程度;能有效地保护炉墙,简化炉墙结构,减少炉墙热损失,提高锅炉热效率。膜式壁除了其优点外,安全也存在一些问题。因此,锅炉规程规定,鳍片的宽度应能保证锅炉运行时,鳍片各部分的温度不超过材料的许用温度;鳍片和管子材料的膨胀系数应相近。

jixiang

【集箱】 集箱是用于汇集或分配多根管子中介质的承压筒形部件。集箱多用无缝钢管两端加焊端盖而成。高参数锅炉机组的集箱也有用钢锭直接锻造而成。为了定期清洗和检查,集箱上应有必要的手孔或检查孔,孔盖一般应采取内置式的,以防有压力时打开孔盖伤人。

qibao

【汽包】 它亦称锅筒。对于自然循环的水管锅炉来说,汽包是非常重要的部件,由封头和筒体组焊而成。汽包内分成汽空间和水空间。它用以进行蒸汽净化,对下降管进行可靠供水,保证锅炉正常水循环。自然循环的水循环回路由汽包、下降管、上升管和集箱组成。为了保证对下降管可靠供水,汽包中必须维持一定水位。汽包一般不直接受火焰的辐射热。低压锅炉的汽包有时则受到一定的烟气冲刷。对于水火管卧式锅壳式锅炉的汽包(锅筒),则是位于炉膛的上方,直接受到火焰的辐射热,如果水处理效果不好则导致锅筒底部水渣堆积和结垢,影响传热。这种锅炉锅筒下部鼓包变形多有发生,特别是热水锅炉更为严重。为此,原劳动部1991年颁发的《热水锅炉安全技术监察规程》明确规定,为了防止或减少此类事故的发生,锅炉制造单位在两年内必须采取有效措施加以解决,否则不准再生产。

guolu fengtou

【锅炉封头】 这是汽包(锅炉)组成的一个元件。封头的形状不一,按封头的内径与内高的比值(D/h)不同而不同:当 $D/h=2.00$ 时,为球形封头;当 $2.00<D/h\leq 2.85$ 时,为深椭球形封头;当 $2.85<D/h\leq 5.00$ 时,为椭球形封头;当 $D/h=5.00$ 时,为标准椭球形封头,当 $D/h\geq 5.00$ 时,为碟形(扁球形)封头;当 $D/h=\infty$ 时,为平封头。封头形状不同,其受力状况也不同。对于球形和椭球形封头,在内压作用下,沿壁厚方向主要形成膜应力,弯曲应力很小可忽略不计。随着 D/h 的比值增加,在内压作用下沿壁厚方向形成的弯曲应力也在增加。当 D/h 为无穷大时,在内压作用下完全是弯曲应力。

封头和筒体采用对接焊,为了使焊缝避开高应力区,《蒸汽锅炉安全技术监察规程》规定 ,焊缝的中心线距封头扳边起点应有一直段。封头扳边起点附近的高应力,是由于封头与筒体形成密闭容器后,在内压作用下因变形不一致而又要保持结构的连续性,从而在扳边起点附近形成一个很高的附加应力而产生的,但这个应力衰减很快,此现象称为边界效应。除此之外,封头留有直段还有利于加工与装配。

ludan

【炉胆】 炉胆是锅壳式内燃锅炉的重要部件,也是锅壳式内燃锅炉辐射受热面。卧式内燃锅炉的炉胆有平直炉胆、波形炉胆、波形与平直组合炉胆。平直炉胆制造工艺简单,但本身受热膨胀困难,在炉胆与管板连接焊缝处将产生附加弯曲应力。同时,为了解决平直炉胆计算长度过长以提高平直炉胆刚度问题,需要在平炉胆加装加强环,加强环与平直炉胆的焊接必须是开坡口全焊透的结构形式。波形炉胆由于由几个波状组成,自身补偿能力强,在与管板焊缝连接处形成的弯曲应力小。波形炉胆与管板连接处的直段长度以及两个波形之间的直段长度,在锅壳锅炉受压元件强度计算中有规定,当超过这一规定时既不能按平直炉胆进行强度计算,也不能按波形炉胆进行强度计算,这

种结构型式称为组合炉胆。对于组合炉胆的强度计算，分别按平直炉胆和波形炉胆进行。

炉胆与管板有两种连接方式：一是管板扳边与炉胆对接；另一种则是采用填角焊缝，目前国外多采用后一种连接形式。多年来，我国对采用填角焊缝的连接方式持慎重态度。近年来，随着我国经济技术的进步以及国际市场的需求，根据试验结果，我国规定了炉胆与管板采用填角焊缝应具备的条件。这些条件是：①出口额定压力不超过1.6 MPa的卧式内燃不受火部位；②坡口的结构形式必须保证全焊透，填角焊缝的背部能封焊的部位均要封焊；③施焊前应进行焊接工艺评定，焊工应按评定合格的工艺进行施焊；④应有经过验证合格的探伤工艺；⑤满足上述条件后，生产厂家应办理申请手续；⑥监检单位应对经批准厂家生产的产品逐台监检。

立式锅炉炉胆的封头称为炉胆顶。炉胆顶一般为球形或椭球形，是受外压的，其计算公式可采用受内压的计算公式。对于立式弯水管锅炉的炉胆顶上开有一圈管孔，在进行强度计算时，需要考虑开孔减弱的影响。

duiliu guansu yu yanguan

【对流管束与烟管】 以对流方式进行热交换的管群称为对流管束。对于没有过热器的锅炉，对流管束主要是加热蒸发受热面；对于配有过热器的锅炉，对流管束除作为加热蒸发受热面外，还有一部分是过热受热面。

烟管是锅壳式锅炉主要对流受热面，它与对流管束的作用相同，不同的是对流管束烟气流经管外，而烟管则置于锅水之中，烟气在管内做纵向冲刷放热。卧式外燃锅壳式热水锅炉的烟管爆管事故多有发生，因此，应加强锅炉给水的除氧，同时加强停炉保养工作。

jianwenqi

【减温器】 减温器是利用水作为冷却介质对过热蒸汽温度进行调节的装置，用以保证过热蒸汽温度符合汽轮机对蒸汽参数的要求。锅炉运行中，维持过热蒸汽温度和再热蒸汽温度，稳定和接近额定数值是保证发电机组安全经济运行所必备的条件。影响过热蒸汽温度的因素很多，除负荷变动外，还有给水温度、燃烧过量空气量、燃料发热值以及炉膛受热面结渣情况等，都会影响过热蒸汽温度。一般当锅炉负荷在70% ~100%范围内运行时，蒸汽温度与额定温度的偏离值在 -10 ~5℃之间。对于现代锅炉，由于负荷变动幅度较大，要求锅炉适应更大的范围。燃煤锅炉应在60% ~100%负荷内保持温度变化范围；对于燃油锅炉要求负荷在50% ~100%范围内变化。

减温器分为面式减温器和喷水减温器两种。面式减温器是一种管式热交换器，用锅炉给水或锅水作为冷却介质。冷却水在减温器的U形管内流过，而蒸汽则在减温器的筒体内U形管外横向流过。面式减温器的冷却水不与蒸汽接触，对减温水水质要求不高，但这种减温器结构复杂，金属耗量大，且易渗漏损坏，加上调节反应迟缓，汽温调节幅度小。喷水减温器是将水以雾状喷入蒸汽之中，以降低过热蒸汽温度。这种减温器结构简单，调温能力大，且反应灵敏，易于自动化。因将冷却水直接喷入蒸汽中，故对水质要求高，以保证蒸汽品质和防止过热器结垢。我国220 t/h及以上锅炉均采用喷水减温器。

paiwufa

【排污阀】 用于锅炉排污的阀门称为排污阀。排污对于锅炉安全运行，保证蒸汽品质是非常重要的。锅炉用水在进入锅炉前虽然进行了水质软化处理，但是随着锅水的蒸发浓缩，水渣和水垢不断析出下沉，因此需要进行定期排污，以将水渣及水垢及时排出，防止受热面结垢。锅炉受热面一旦结垢，不但浪费能源，而且易造成受压元件金属材料过热，缩短使用寿命。锅炉在运行中，随着锅水的浓缩，锅水的碱度也在提高，易形成汽包内汽水共腾，降低蒸汽品质，蒸汽温度上升，进入过热器后易形成过热器结垢。同时，锅水碱度上升，对防腐将产生不利影响。当对蒸汽品质有要求时，锅炉除定期排污外，还必须有连续排污装置。为了提高排污的效果，锅筒及每组水冷壁下集箱的最低处都要装排污阀。排污阀宜采用闸阀、扇形阀和斜截止阀，目的是为了减小排污的阻力。对于排污阀的数量与连接方式，锅炉规程均做了规定。

panglu yandao

【旁路烟道】 在锅炉启动升压过程中，由于锅炉未大量向外供汽，所以在尾部烟道的省煤器中的水基本是不动的。为了防止烧坏省煤器，故要使烟气不通过尾部主烟道，而通过另一烟道，此烟道称为旁路烟道。在锅炉升火启动时，关闭主烟道的挡板，打开旁路烟道的挡板，烟气通过旁路烟道，使布置在尾部主烟道的省煤器不受热。蒸汽锅炉规程明确规定，对于装有可分式省煤器的锅炉，为了防止锅炉启动时烧坏省煤器，宜采用旁路烟道。

zai xunhuaiguan

【再循环管】 对于装有不可分式省煤器的锅炉，汽包于省煤器进口集箱之间应装再循环管。锅炉在生火启动时，不能正常向外供汽，省煤器中的水基本不动，易将省煤器烧坏。当汽包于省煤器进口集箱之间装有再循环管，在锅炉启动时，关闭省煤器进口集箱的给水阀，打开再循环管上的截止阀。这样，汽包、再循环管、省煤器进口集箱、省煤器组成了循环回路，省煤器相当于上升管，再循环管相当于下降管，使省煤

器得到了可靠的冷却，不至于烧坏省煤器。

qidong fenliqi

【启动分离器】 启动分离器是直流锅炉一个重要的辅助部件。随着科技的发展，当额定蒸汽压力达到亚临界或超亚临界压力(22.1 MPa)时，采用强制循环直流锅炉的优越性更加明显突出。直流锅炉开始启动时排出的热水、汽水混合物、饱和蒸汽和过热度不足的过热蒸汽均不能进入汽轮机。由于直流锅炉有一定的启动流量，为了减少启动时的热损失和凝结水的消耗，以及锅炉启动时冷却过热器，直流锅炉必须装有启动分离器才能达到以上的目的。

国产直流锅炉启动流量多为额定蒸发量的30%。启动压力为3.43 ~ 4.41 MPa。亚临界或超临界压力锅炉机组，启动压力也有取6.86 MPa的。启动分离器相当于自然循环锅炉的汽包，仅是在锅炉启动时才起作用。

yanqi zaixunhuan zhuangzhi

【烟气再循环装置】 用烟气再循环风机将一部分烟气从省煤器后的低温烟道中抽出，再由冷灰斗或炉膛出口处送入炉膛内，以改变锅炉各个受热面的吸热分配，以达到调节汽温的目的。国产SG400/100型锅炉即采用烟气再循环装置调节再热汽温。当温度较低的烟气送入炉膛后，炉膛温度有所降低，辐射传热减少，对流传热增加，使高温过热器和再热器的汽温都提高。烟气再循环增大了通过再热器的烟气量，会增加飞灰磨损，排烟温度上升，风机电耗增加。但是由于保证了再热蒸汽温度，电厂循环热效率不会降低。现代锅炉中，常利用烟气再循环降低炉膛热负荷，防止水冷壁中水沸腾和传热恶化的发生，并防止低熔点煤的结渣和抑制烟气中氮的氧化物的形成，减轻对大气的污染。当再循环烟气从炉膛上部送入时，对炉膛吸热影响较小，但炉膛出口烟温显著降低，使高温过热器吸热量减少，减轻对过热器的结焦，有利于屏式过热器的安全。

guolu anquan fujian

【锅炉安全附件】 它是指安装在锅炉上的安全阀、水位计、压力表等。

锅炉安全阀指当阀门进口侧静压超过其起座压力时能突然起跳至全开自动泄压的阀门，用于对蒸汽或气体锅炉的保护。

安全阀是锅炉主要安全附件之一，它的作用是当锅炉内蒸汽压力超过规定值时能自动排汽泄压；当降到允许压力以后，安全阀又自行关闭，使锅炉压力控制在允许的范围之内。

工业锅炉常用的安全阀有弹簧式和杠杆式两种。

蒸发量 >0.5 t/h的锅炉至少应装设两个安全阀，保证灵敏、可靠。可分式省煤器出口处(或入口处)、蒸汽过热器出口处和再热器进出口处以及直流锅炉的启动分离器都必须装有安全阀。

安全阀应垂直安装，并尽可能装在锅筒、集箱的最高位置。

安全阀的总排汽量，必须大于锅炉最大连续蒸发量，并且在锅筒和过热器上所有安全阀开启后，锅筒内蒸汽压力不得超过设计压力的1.1倍。锅炉出厂要有安全排放量的计算书。新安装的锅炉和检修的安全阀，都应检验安全阀的起始压力、起座压力和回座压力。

水位表即指示锅筒或其他容器中水位的表计，是锅炉主要安全附件之一。

水位表根据连通器的原理来显示锅内水位，以便控制锅内水位在正常幅度范围之内，保证锅炉安全运行。

每台锅炉至少装有两个彼此独立的水位表。水位表应装在便于观察的地方。水位表应有指示最高、最低安全水位的明显标志。水位表距离操作地面高于6 m时，应加装远程水位显示装置。

水位表必须符合国家安全监察规程的有关规定，装置准确、可靠的水位表，并严格监视和保持锅炉的正常水位，严防缺水事故的发生。

水位表有玻璃管式和平板式两种。

玻璃管式水位表是水位表的一种，主要由汽旋塞、水旋塞、放水旋塞及玻璃管组成。

玻璃管应用耐热玻璃制成，内径有ϕ15 mm和ϕ20 mm两种规格。内径过细会造成毛细管现象，影响水位指示的准确性。汽旋塞、水旋塞及放水旋塞由铸铁、铸钢或铸铜制成。旋塞有螺纹和法兰两种连接形式。使用压力较高时，以采用法兰连接为佳。压力较低时，可以采用螺纹连接，但应注意防止螺纹泄漏、腐蚀。水位表旋塞应相互平行，其端面应在同一平面上，以保证玻璃管不因受扭曲而破碎。

由于玻璃管破碎时，易发生伤人事故，所以最好用较厚的耐温钢化玻璃板将玻璃管罩住，但不应影响观察水位，不能用普通玻璃板作防护罩，否则当玻璃管损坏时会连带玻璃板破碎，反而增加危险。有的用薄铁皮制成防护罩，为了便于观察水位，在防护罩的前面开有宽度大于12 mm，长度与玻璃管可见长度相等的缝隙，并在防护罩后面留有较宽的缝隙，以便光线射入，使司炉人员清晰地看到水位。

为了防止玻璃管破裂时汽水喷出伤人，最好配用带钢球的旋塞。当玻璃管破裂时，钢球借助汽水的冲力，自动关闭旋塞。

玻璃管式水位表结构简单，制造安装容易，拆换方便，但显示水位不够清晰，玻璃管容易破碎，适用于工作压力不超过1.6 MPa的小型锅炉。

平板式水位表有单面玻璃板和双面玻璃板两种。主要由玻璃板、金属框盒、汽旋塞、水旋塞和放水旋塞等构件组成。

单面玻璃板水位表在金属框盒的前面镶有一块平板玻璃,接触面用石棉纸板做衬垫,然后用螺钉将框盖压在框盒上,使框盖、框盒、衬垫和玻璃板紧密结合。在拧紧框盒螺钉时,要使每只螺钉的压紧度尽量相同,保证不渗漏。

在玻璃板的内表面刻有三角棱形凹槽,由于光源在前面,光线通过凹槽产生折射,使水位表中蒸汽部分较亮,存水部分较暗,汽水分界线相当清晰。

双面玻璃板水位表在金属框盒的前后两面都镶有平板玻璃。光源一般放在后面,光线折射后使水位表中蒸汽部分较暗,而存水部分反而较亮,水位很容易辨别。

平板式水位表结构虽较复杂,但安全可靠,显示水位清晰,所以应用广泛。

在平板式水位表的基础上,人们又研制出了双色水位表。即利用棱镜对不同介质(水、蒸汽)的透照和反射原理,实现对有水部位显示红色,无水部位显示绿色(也可有水部位显示绿色,无水部位显示红色)。因此,水与蒸汽界线十分清晰,而且便于远距离监视。特别是当锅炉出现满水或严重缺水事故时,水位计内出现全红或全绿,非常醒目,有利于司炉人员迅速辨别事故,正确采取紧急措施。双色水位计适用于工作压力在2.45 MPa以下的锅炉,并可使用在低地位水位上。

压力表是锅炉主要安全附件之一。压力表用来指示锅炉的压力,起到监视锅内压力的作用。压力表发生故障或指示不正确是十分危险的。没有装置压力表或压力表损坏的锅炉是不准运行的。

工业锅炉一般多采用弹簧管式压力表。

每台锅炉必须装有与锅筒蒸汽空间直接相连的压力表。压力表表盘大小应保证司炉工人清楚地看到压力指示值,表盘直径应不小于100 mm。压力表的装置校验应符合国家计量部门的规定。装用后每半年至少校验一次。压力表校验后应铅封。

压力表必须准确、灵敏、可靠,符合国家锅炉安全监察规程的要求,并严格监视,严防超压事故的发生。

安全附件必须齐全并符合锅炉安全监察规程的要求。安全附件不全的锅炉不准出厂,不准使用。

yalirongqi yong anquanfa

【压力容器用安全阀】 指一种自动阀门。当压力容器超压时能迅速排出介质,并且具有足够的排放能力;当压力恢复正常后,阀门自行关闭并阻止介质继续流出。

安全阀有以下几种。

1. 直接载荷式安全阀　它是一种直接用机械载荷(如重锤、杠杆重锤或弹簧)来克服由阀瓣下介质压力所产生的作用力的安全阀。

这类安全阀是在工作介质的直接作用下开启的。即依靠工作介质压力产生的作用力来克服弹簧或重锤等加于阀瓣的机械载荷,使阀门开启。它具有结构简单、动作迅速、可靠性好等优点。但因为依靠机械加载,其载荷大小受到限制,因而不能用于高压、大口径的场合,而且要达到良好的密封比较困难。

2. 先导式安全阀　这种安全阀的主阀是依靠从导阀排出的介质来驱动或控制的。而导阀本身是一个直接作用式安全阀。有时也采用其他形式的阀门,例如用电磁泄放阀来作为导阀,或者把它同直接作用式导阀并用,即对同一主阀设置多重导阀控制管路,以提高先导式安全阀的可靠性。

先导式安全阀特别适用于高压、大口径的场合。先导式安全阀的主阀还可以设计成依靠工作介质压力来密封的形式,或者可以对阀瓣施加比直接作用式安全阀大得多的机械载荷,因而具有良好的密封性能。同时,它的动作很少受背压(即阀门出口压力)变化的影响。由于上述这些原因,先导式安全阀同直接作用式安全阀一样得到了广泛的应用。这种安全阀的缺点在于它的可靠性同主阀和导阀两者有关,动作也不如直接作用式安全阀那样直接和敏捷,而且结构较复杂。为了提高可靠性,国家法规往往规定对这类阀门要采用多重导阀控制管路,这就更增加了其结构的复杂性。所以,在有的国家规范中规定不允许仅仅用先导式安全阀来满足全部排放量的要求。

3. 带动力辅助装置的安全阀　这种安全阀借助于一个动力辅助装置(气力的、电磁力的等等),可以在低于正常开启压力的情况下强制使阀门开启。如果辅助装置失灵,阀门仍能像直接作用式安全阀一样动作。

这种安全阀适用于需要开启压力很接近于工作压力的情形,需要定期开启安全阀以进行检查或吹除黏着、冻结的介质的情形。同时,这样也为运行人员提供了一种在紧急情况下强制开启安全阀的手段。

4. 比例作用式安全阀　这类安全阀的开启高度是随压力的升高而逐渐变化的,即具有开启高度同压力升高值大体成比例的特点。它主要适用于液体介质的场合。这种安全阀也适用于在紧急状况时系统的必需排量不是固定值的情形。比例作用式安全阀又常称为泄放阀。

5. 两段作用式安全阀　也称突开动式安全阀。这种安全阀的开启过程分为两个阶段:其前一阶段,阀瓣是随压力的升高成比例开启的;而在压力升高一个不大的数值之后,阀瓣的开启即进入第二阶段,就是在压力几乎不变的情况下急速地开启到规定的开启高

度。这种安全阀适用于气体介质的场合。气体介质在排放时伴随着很大的体积膨胀,所以没有一个突然的急速开启过程就难于保证在压力升高不大的情况下迅速释放介质。两段作用式安全阀由于具有迅速突开的特点,因而能够在规定的压力升高限度内达到较大的开启高度。

6. 带补充载荷的安全阀　这种安全阀在其进口处压力达到开启压力前始终保持有一增强密封的附加力。该附加力(补充载荷)可由外来的能源提供,而在安全阀达到开启压力时应可靠地释放,其大小应是这样设定的,即假定该附加力未释放时,安全阀仍能在进口处压力不超过国家法规规定的前提下达到额定排量。

7. 安全阀与爆破片的组合　一种复合安全结构。安全阀的优点是具有开启压力,且能调节,启动后能自行回座;其缺点是容易泄漏,不适用于黏稠性介质。爆破片则反之,其优点是不泄漏,能适应黏稠性介质,且排放量比同口径的安全阀大,但不可调节,一旦破裂,介质全部泄漏。因此,在一些有特殊要求的场合,如采用两者的组合,则可以互为补充。组合结构有两种形式:①弹簧式安全阀入口处设置爆破片,并且在阀与膜片之间装设压力表或试验旋塞及报警装置。这样,在爆破片泄漏或破裂时能及时发现。这种结构适合于盛装黏附性介质的容器,可防止介质堵塞安全阀和安全泄放装置动作时介质全部外泄。②弹簧式安全阀出口处装爆破片,并且在阀与膜片之间安装能使泄漏出来的气体安全、及时地排掉或加以回收的装置。这种结构适用于内部比较洁净,无黏性物质,但属于昂贵性或剧毒性气体的容器。

guolu zidong baohu zhuangzhi
【锅炉自动保护装置】　锅炉的自动保护装置有以下几种。

1. 超压报警装置　由能发出电信号的压力测量仪表、必要的电气控制线路及音响、灯光、报警信号等部件组成。当锅炉出现超压现象时,能发出警报,并通过联锁装置控制燃烧,如停止供应燃料、停止通风,使司炉人员能及时采取措施,以免造成锅炉超压爆炸事故。

常用的能发出电信号的压力测量仪表,是一种电接点压力表,它的作用原理、结构和电接点压力式温度计显示系统一样,也有三根针。当我们需要控制一定压力范围时,可把给定值指示针借助专门钥匙调整到定值位置。当压力发生变化时,使弹簧弯管的自由端发生移动,而使动接点的示值指示针发生转动。当被测介质的压力达到和超过最大(或最小)给定值时,指示针和给定值指示针重合,动接点便和上限接点(或下限接点)相接触导电,发出电的信号,通过电气线路闭合(或断开)控制回路,达到报警和联锁保护的目的。这种装置还可以用在燃油、燃气的燃料供应管路上。当压力低于规定值时,通过执行机构自动切断燃料的供应。

2. 水位报警装置　它是指在水位不正常、能发生报警讯号声响和灯光的装置。

额定蒸发量大于或等于2 t/h的锅炉,应装设高、低水位报警器(高、低水位警报信号,须能区分)及低水位联锁保护装置,以防止缺水事故。为了保证这些装置的灵敏可靠,还须按照运行及维修规程的规定,进行定期试验和检修或校核,以保证其可靠性。

常用的水位报警装置有浮球式、磁铁式和电极式三种。

浮球式水位报警器是由报警汽笛、高水位针形阀、低水位针形阀、连杆、高水位浮球和低水位浮球等构件组成的,见图1。

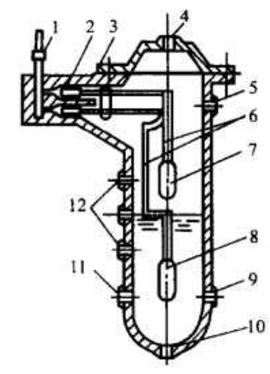


图1　浮球式水位报警器示意图
1—报警汽笛　2—高水位阀　3—低水位阀
4—与锅筒汽连管接口　5—水位表汽连管接口
6—连杆　7—高水位浮球　8—低水位浮球
9—水位表水连管接口　10—放水管接口
11—与锅筒水连管接口　12—试水旋塞接口

当水位正常时,低水位浮球浸没在水中,高水位浮球悬于蒸汽空间,连杆处于水平平衡状态,两个针形阀关闭。如水位低于最低水位线,则低水位浮球所受浮力减小;如水位高于最高水位线,则高水位浮球所受浮力增大,此时均会破坏连杆的平衡,而使针形阀开启发出警报。

磁铁式水位报警器的结构主要由永磁钢组、浮球、三组水银开关和调整箱等构件组成,见图2。

当锅筒内的水位发生变化时,浮球也随之变化,从而带动永磁钢组上升或下降,并接通相应的高水位、低水位或极限低水位开关发出警报信号。为了提高水位报警器的灵敏度和使用寿命,用干簧管继电器取代水银开关,效果较好。

电极式水位报警器由一组高、低水位电极,以及附属的电气部件组成,见图3。

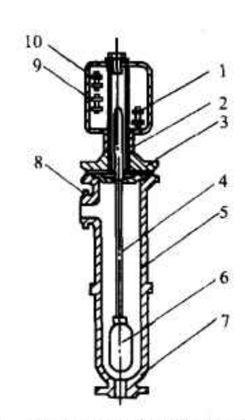


图2　磁铁式水位报警器示意图

1—极限低水位开关　2—永磁钢组　3—调整箱组件
4—浮球组件　5—壳体　6—浮球
7—与锅筒水连管法兰　8—与锅筒汽连管接口法兰
9—低水位开关　10—高水位开关

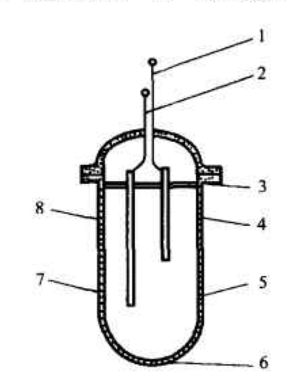


图3　电极式水位报警器示意图

1—高水位电极　2—低水位电极　3—绝缘衬套
4—水位表汽连管接口　5—水位表水连管接口
6—放水管接口　7—与锅筒水连管接口
8—与锅筒汽连管接口

高低水位电极的末端位置分别在锅炉最高、最低安全水位处。当锅水上升(或下降)至最高(或最低)安全水位时,电极与锅水接触(或脱开),使接触回路中电源导通(或切断),从而发出警报。常用的报警信号有音响、灯光等,并可组成联锁装置,使燃烧停止。

电极式水位报警器使用日久,电极端头可能因附着水垢而失效,因此,应加强锅炉水质处理工作和定期清理电极端头。

3. 超温报警装置　指温度超过允许时自动发出音响和灯光警告信号的装置。

在测量温度的仪表盘上,根据需要及设备的重要性可装设超温报警装置,以便使司炉人员能及时采取相应的措施消除事故。

一般在自动控制的控制盘上,都装有报警盘。凡遇异常情况,警告牌落下,指示出设备的故障情况,例如超温、低水位或汽压过高或过低、油温过低等等。

4. 熄火保护装置　指联锁保护装置中的一种超置式自动控制装置。发生熄火异常情况时,立即超越正常的自动控制机能,而自动切断燃料供应装置。

用煤粉、油或气体做燃料的锅炉应装设点火程序控制和熄火保护装置。要经常维护和定期试验,以保证它的灵敏、准确、可靠。

guolu yong wenduji

【锅炉用温度计】　在锅炉上常用的温度计有玻璃温度计、压力式温度计、热电偶温度计和光学高温计。

1. 玻璃温度计是根据水银、酒精、甲苯等工作液体具有热胀冷缩的物理性质制成的。在工业锅炉中使用最多的是水银玻璃管温度计。

水银玻璃管温度计由测温包、毛细管和分度标尺等部分组成,一般有内标式和外标式两种。内标式水银温度计的标尺分格刻在置于膨胀细管后面的乳白色玻璃板上。该板与温包一起封在玻璃保护外壳内,根据安装位置的需要,具有细而直或弯成90°、135°角的尾部。

该温度计通常用于测量给水温度、回水温度、省煤器出口水温度以及空气预热器进出口空气温度。外标式水银温度计具有较粗的玻璃管,标尺分格直接刻在玻璃管的外表面上,适用于实验室中测量液体和气体的温度。

水银玻璃温度计的优点是:测量范围大,精度较高,构造简单,价格便宜。缺点是易破损,示值不够明显,不能远距离观察。

玻璃管温度计的安装应便于观察,测量时不宜突然将其置于高温介质中。由于玻璃的脆性,易损坏,安装内标式玻璃温度计时,应有金属保护套。

2. 压力式温度计是根据温包里的气体或液体,因受热而改变压力的性质制成的。一般分为指示式与记录式两种。前者可直接从表盘上读出当时的温度数值;后者有自动记录装置,可记录出不同时间的温度数值。主要由表头、金属软管和温包等构件组成,如下图。温包内装有易挥发的碳氢化合物液体。测量温度

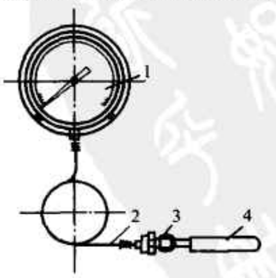


图　压力式温度计示意图

1—表头　2—金属软管　3—接头　4—温包

时,温包内的液体受热蒸发,并且沿着金属软管内的毛细管传到表头。表头的构造和弹簧管式压力表相同,表头上的指针发生偏转的角度大小与被测介质的温度高低成正比,即指针在刻度盘上的读数等于被测介质的温度值。

压力式温度计适用于远距离测量非腐蚀性气体、蒸汽或液体的温度,被测介质压力不超过6MPa,温度不超过400 ℃。在工业锅炉中常用来测量空气预热器的空气温度。

压力式温度计的表头应装在便于读数的地方,表头及金属软管的工作环境温度不宜超过60 ℃,相对湿度应在30% ~80%,金属软管的敷设不得靠近热表面或温度变化大的地方,并应尽量减少弯曲。弯曲半径一般不要小于50 mm。外壳应有完整的保护,以免受机械损伤。

3. 热电偶温度计是利用两种不同金属导体的接点,受热后产生热电势的原理制成的温度测量仪表。主要由热电偶、补偿导线和电气测量仪表(检流计)三部分组成。

常用的普通铂铑—铂热电偶最高测量温度为1 400 ℃,普通镍铬—镍硅热电偶最高测量温度为1 100 ℃。热电偶温度计的优点是:灵敏度高,测量范围大,无需外接电源,便于远距离测量和自动记录。缺点是,需要补偿导线,安装费用较贵。在工业锅炉上,常用来测量蒸汽温度、炉膛火焰温度和烟道内的烟气温度。

在安装使用热电偶温度计时应注意以下几点:

(1)热电偶的安装地点应便于工作,不受碰撞、振动等影响。

(2)热电偶必须置于被测介质的中间,并应尽可能使其对着被测介质的流动方向成45°角,深度不小于150 mm。测量炉膛温度时,一般应垂直插入。若垂直插入有困难时,也可水平安装,但插入炉膛内的长度不宜大于500 mm,否则必须加以支撑。

(3)热电偶安装后,其插入孔应用泥灰塞紧,以免外部冷空气侵入后影响测量精度。用陶瓷保护的热电偶应缓慢插入被测介质,以免因温度突变而使保护管破裂。

(4)热电偶自由端温度的变化,对测量结果影响很大,必须经常校正或保持自由端温度的恒定。

4. 光学高温计又称灯丝消隐式高温计,是利用物体的光谱辐射亮度随温度的升高而增长的原理制成的。

guolu dianhuo qian de zhunbei

【锅炉点火前的准备】 锅炉在点火前应做好以下准备工作。

1. 对锅炉进行全面检查。

2. 在点火前将符合给水品质要求和一定温度的水送入锅炉。

为延长锅炉使用寿命,节约燃料,保证蒸汽品质,防止由于水垢、水渣、腐蚀而引起的锅炉部位损坏或发生事故,使用锅炉的单位必须做好水质管理工作。额定蒸汽压力小于或等于2.54 MPa的锅炉的水质,应符合GB1576—85《低压锅炉水质标准》的规定。额定蒸汽压力大于或等于3.82 MPa的锅炉水质,应符合水电部《火力发电厂水汽质量标准》的规定。没有可靠的水处理措施,不得投入运行。

3. 烘炉指用点火或其他加热方法以一定温升速度和保温时间烘干炉墙的过程。

烘炉前要做如下准备工作:

(1)锅炉及其附属设备全部组装和冷态试运转完毕,经过水压测验合格。

(2)炉墙砌完和保温结束后,应打开各处门、孔,自然干燥一段时间。

(3)与正在运行的其他锅炉可靠隔绝,清理炉膛、烟道和风道内部。

(4)向锅炉加入经过处理的软化水至水位表中的低水位,再将水位表冲净。

(5)向省煤器内充满软化水。对非沸腾式省煤器,应开启旁路烟道挡板,关闭主烟道挡板。如无旁路烟道,必须接通省煤器的再循环管。

(6)做好烘炉的组织工作,并根据炉型结构制定烘炉的操作程序。在整个烘炉过程中应有专人负责。

烘炉应根据现场的具体条件,采用火焰、热风或蒸汽进行。一般多使用火焰烘炉,后两种方法应用很少。

4. 煮炉指在汽水系统内部加入碱性溶液,点火后维持一定压力和排污量以清除汽水系统内表面上杂物和沉积物的方法。

煮炉时,先将碱性溶液加入锅炉内,使锅炉内的油脂和碱起皂化反应而沉淀。再通过排污方法将杂质排出。

5. 在煮炉结束后,即可升至工作压力进行蒸汽试验。由于蒸汽试验是在热态下进行的,所以效果比水压试验更为实际。在蒸汽试验时主要检查:人孔、手孔、法兰等处是否渗漏;全部阀门的严密程度;锅炉、集箱等处的膨胀情况是否正常。

guolu anquan shuiwei

【锅炉安全水位】 锅炉安全水位分为最低安全水位和最高安全水位。

锅筒中能保证安全的最低水位限,称为最低安全水位。水管锅炉锅筒的最低安全水位,应能保证对下降管可靠地供水。锅壳式锅炉的最低安全水位,应高于最高火界100 mm。对于直径小于或等于φ1 500 mm的卧式锅壳锅炉的最低安全水位,应高于最高火界

75 mm。最低安全水位确定原则就是为了保证锅炉各受热面得到可靠冷却，避免过热过烧，不使钢材失效。对于水管锅炉，最低安全水位就是保证对下降管可靠供水，使各个循环回路中的水循环正常。对于锅壳式锅炉，最低安全水位应高于最高火界。在运行中作为火界的受热面不应露出水面。水管锅炉的汽包是不受火的，因此，水管锅炉汽包的水位不考虑火界，主要是保证对下降管可靠供水、水循环正常，使受热面得到冷却。所谓保证对下降管可靠供水，是指水位不低于一定限度，以防止下降管进口截面上方可能形成的漩涡。使下降管进口上方不产生漩涡的最低水位限，即为水管锅炉的最低安全水位。

能使锅筒中保持一定的汽空间的最高水位限，称为最高安全水位。最高安全水位最高水位限的确定原则是能可靠保证出口蒸汽不带水，一般在锅炉运行规程中有确定。

保持正常水位防止缺水事故是锅炉安全运行中最基本的要求之一。所以在操作规程中一般都规定交接班时，首要的工作就是共同冲洗水位表，检查水位。对水位必须经常提高警惕，及时采取妥善、果断、有效的措施或操作才能防止事故或减少事故。必须严格遵守劳动纪律，不得擅自离开岗位或做与本岗位无关的事。要防止因假水位而出现的误操作，在负荷突变、升火、升压、并汽、压火、定期排污时，均应严格监视水位，必要时，应立即停炉。

zuigao huojie

【最高火界】 锅炉受热面裸露出水面之外而无水冷却时，其壁温超过该受热面材料最高允许使用温度的部位称为火界，火界部位的最高点称为最高火界。最高火界与最低水位有密切关系，因为锅炉的最低水位是由最高火界确定的。由于最高火界是接触高温烟气的受热面的最高点，因接触高温，必须保证有足够的冷却。蒸汽与受热面间的传热远不如水与受热面间的传热，因此火界必须与水接触。最低安全水位是锅炉正常运行时允许的水位。考虑到正常运行时水面有翻动，并保持一定的安全裕度，因此要求最低安全水位高于最高火界一段距离。对于锅壳式锅炉，水位表玻璃板(管)最低可见边缘应比最高火界高出75 mm；对于直径小于或等于ϕ1 500 mm的卧式锅壳式锅炉，水位表玻璃板(管)的最低可见边缘应比最高火界至少高出50 mm。当发现缺水时，采取措施，不致把锅炉烧干而发生事故。

eding zhengqiyali

【额定蒸汽压力】 额定蒸汽压力是指蒸汽锅炉在规定的给水压力和负荷范围内长期连续运行所必须保证的锅炉出口的蒸汽压力，也就是锅炉铭牌上标明的压力。根据我国工业锅炉参数系列标准的规定，工业锅炉额定蒸汽压力分为0.1 MPa、0.39 MPa、0.59 MPa、0.69 MPa、1.0 MPa、1.25 MPa、1.60 MPa、2.5 MPa等。发电锅炉的额定蒸汽压力有3.9 MPa、5.4 MPa、10.0 MPa、14.0 MPa、17.8 MPa等。

guolu qidong

【锅炉启动】 指锅炉由点火、升压到并汽或向汽轮机供汽至带规定负荷的过程。

在启动以前，必须严格地检查一切管路阀门的开关情况及一切有关设备是否符合启动的要求，写在运行记录日记本上，并由值班负责人签字。最好是双重或三重检查，例如：水位在早班检查，中班再检查一次，晚班再检查后，才可点火、升压。必要时，进行分段验收，如风机等的试运行等等。一切就绪，各就各位，准备完好后，才可能一次试运行成功，否则就可能出事故。

tongqi yu bingqi

【通汽与并汽】 通汽指锅炉房内如果仅有一台锅炉运行，将锅炉内的蒸汽输入到蒸汽母管(又称蒸汽总管)的过程。

锅炉通汽有以下两种办法：

1. 自冷炉开始时即将主汽阀开启，使锅炉和管道同时升压。

2. 在锅炉升压时，将主汽阀及其旁通阀关闭，直至接近工作压力时，再开启旁通阀进行暖管。待管道中的压力与锅炉压力相同时，再开启主汽阀。

通汽后应注意如下事项：

1. 疏水阀、旁通阀以及其他各种阀门的开闭状态要正确。

2. 由于通汽后，气压下降，所以应及时调整燃烧。

3. 要边观察给水设备运行状态，边监视水位，使其保持正常。

4. 要再次检查联锁装置等控制仪表。

并汽指母管制锅炉启动时，将压力和温度均符合规定的蒸汽送入蒸汽母管的过程。

锅炉并汽时要注意以下几点：

1. 开启蒸汽母管和主汽管上的疏水阀门，排出凝结水。

2. 当锅炉汽压低于运行系统的汽压0.05～0.1 MPa时，即可开始并汽。并汽必须掌握好时机，若新升火锅炉的汽压高于运行系统汽压时，当主汽阀开启后，大量蒸汽迅速输出，既破坏了额定的运行系统压力，又迫使升火锅炉出力骤增，压力聚降，从而产生汽水共腾现象。若升火锅炉的汽压低于运行系统气压太多时，当主汽阀开启后，运行系统的蒸汽会倒流入升火锅炉内，影响正常运行。

3. 缓慢开启主汽阀的旁通阀进行暖管，待听不

到汽流声时，再逐渐开大主汽阀（全开后再倒转半圈），然后关闭旁通阀，以及蒸汽母管和主汽管上的疏水阀。

4. 并汽时应保持汽压和水位正常。若管道中有水击现象，应进行疏水后再并汽。

5. 并汽后，开启省煤器主烟道挡板，关闭旁路烟道挡板。无旁路烟道时，关闭回水管路，使省煤器正常运行。

guolu liejie yu binglu

【锅炉列解与并炉】 列解是指在热水采暖系统中，在有2台以上锅炉运行的情况下，将其中某一台锅炉停止运行的过程。

列解操作要注意以下几点：

1. 并列运行的热水锅炉中，某一台准备停止运行时，应先按正常停炉操作步骤停炉。

2. 停炉后在炉内完全没有明火的情况下继续运行一段时间，当锅水完全没有升温的可能时，关闭锅炉的回水阀门及出水阀门。此时，锅炉与系统完全脱离。

3. 如果暂时停炉（压火），则严禁将锅炉出水阀门及回水阀门关闭，以防锅水温度上升造成超压。

4. 单台锅炉运行时，停炉不得立即停泵。只有锅炉出水温度降到50℃以下时才能停泵。单台锅炉运行压火时不得停泵。

并炉指在有几台热水锅炉并列连接的热水采暖系统中（2台以上热水锅炉，其出水引入同一供水母管，或分水包回水引自同一回水母管或集水包），在管网中有1台或几台锅炉运行的情况下，将备用锅炉启动并投入运行的过程。

并炉操作要注意以下几点：

1. 对水容量较小的管架式热水锅炉，并炉时可先放掉部分温度较低的炉水，然后缓慢打开回水阀门引入系统回水，然后再放掉部分锅水，引入系统回水。当水温接近系统回水温度时，缓慢开启出水阀门，如无振动噪声等异常情况，再将阀门开大，然后开启回水阀门。

如不采取上述措施直接并炉，大量温度较低的锅水直接涌入供热母管会使管壁中产生较大的温度应力。

上述工作完成之后，即可按照一般的点火要求进行点火、升温。

2. 对水容量较大的锅壳式热水锅炉，一般不宜采用直接引入系统回水的方法，因为大量引入系统回水，一方面会造成管网压力下降，另一方面还会影响其他并列锅炉的正常运行。

大水容量热水锅炉并炉时，可先打开排污阀，放掉部分锅水，然后点火升温（放掉部分锅水是防止水升温后体积膨胀引起超压）。待锅水温度上升到70℃时，可缓慢打开回水阀门，待炉内压力与其他运行锅炉压力一致时，可缓慢打开出水阀门，如无噪声和振动等异常情况，可逐渐开大出水阀门。

3. 在进行以上操作时，应随时监视锅炉压力与温度，防止超压或超温。

guolu shengwen

【锅炉升温】 热水锅炉由开始点火至锅炉出水温度达到规定的正常供水温度这一过程为升温阶段。在这一阶段中，司炉人员应不断沿锅炉房进行巡视检查，并密切监视锅水的温度与压力。

升温阶段应使炉温缓慢上升，以免因热膨胀过快而损坏锅炉部件，一般热水锅炉水温上升速度不应超过20℃/h。

如炉内燃烧工况正常，但水温上升异常缓慢，则应注意其温度表指示是否正常。

升温期间因水受热后会有一定的膨胀量，因而会对锅炉压力产生一定影响：对膨胀水箱定压的热水系统，水的热膨胀量由膨胀水箱所吸收，因而锅水压力基本稳定；对变压式水泵定压系统及氮气定压热水系统，系统水的热膨胀会引起整个系统的压力升高（此时系统不设膨胀水箱，系统膨胀水多是通过安装在锅炉与循环水泵出水口之间管段上的安全阀泄入补水箱的），但只要压力升高值不超过允许范围（一般为正常运行压力加0.05 MPa）即为正常。如果压力很快上升，则可能是系统吸收或泄放膨胀水装置失效，必须立即采取措施。

升温期间除应随时监视锅水温度与压力之外，还应进行下列操作：

1. 安装冲洗压力表存水弯管。冲洗压力表存水弯管的目的是防止污垢堵塞。具体冲洗方法是：将连接压力表的三通旋塞转向通大气位置，放出弯管中的存水，待见到热水喷出时再将三通旋塞转回到冲洗前的位置。如压力表指针能够重新回到冲洗前的位置，表明存水弯管畅通，否则应重新冲洗和检查。如果在一台锅炉上装有两块压力表，还要校验两块压力表指示的压力数值是否相同。

2. 当锅炉出水温度达到60～70℃时应试用补水设备和排污装置。其顺序是先排污后补水。排污时注意观察锅炉压力，以控制排污量。排污后将排污阀关闭严密，并检查有无漏水现象。

3. 当水温上升到接近正常供水温度时，应检查各连接处有无渗漏现象。检修时，拆卸过的人孔盖、手孔盖和法兰的连接螺栓，当温度升高后会伸长变松，需要再拧紧一次。操作时应侧身，用力不宜过猛，禁止用长度超过螺栓20倍的扳手，以免将螺栓拧断。

qinglu

【清炉】 人工烧热水锅炉在运行一段时间以后，灰渣层越积越厚，阻碍通风，影响燃烧，此时应将过

多的灰渣清除，称为清炉。清炉时炉内燃烧工况减弱，炉膛温度降低，锅炉供热能力相应下降。为不影响正常供热，清炉应在供热负荷较低时进行（如室外温度较高的中午）。清炉前应将烟道挡板关小，且应留下足够的底火，以利迅速恢复燃烧。

清炉的方法一般有左右交替法和前后交替法两种。具体操作步骤是：减少送风，关小烟道挡板，先将左（或前）半部正在燃烧的煤全部推到右（或后）半部火床上面，再将左（或前）半部的灰渣扒出。然后将右（或后）半部的煤布满整个炉排，并投入新煤，开大烟道挡板，恢复送风。待新煤燃烧正常后，再按同样的方法清除右（或后）半部的灰渣。用前后交替法清炉后，必须采用一次左右交替法，以彻底清除炉排上的灰渣。

无论采用哪种方法，清炉的动作都要迅速，防止冷风大量进入炉膛。扒出的灰渣，应随时装入小车运出锅炉房，而不应将灰渣扒在炉前用水浇灭或向灰坑里灌水，以免锅炉下部受潮腐蚀。

zhengchang tinglu yu jinji tinglu

【正常停炉与紧急停炉】 当采暖季节过后，不需要继续向系统供热时，停止燃烧设备的运行，则为正常停炉。

正常停炉的操作顺序是：

1. 逐渐降低供热量，停止供煤、送风，减弱引风。

2. 当炉内原有燃料基本燃尽之后，停止引风，并关闭烟道挡板，扒出炉膛内未燃尽的煤，清除灰渣。再关闭炉门和灰门，防止锅炉急剧冷却。

3. 停止燃烧设备运行的同时，不得停止循环水泵的运行，只有当锅炉出水温度降到50℃以下时，才可停泵。停泵时，为防止产生水击，应先逐渐关闭水泵的出口阀门，待出口阀门基本关闭后，再停泵。

4. 停炉6 h后，开启烟道挡板进行通风。同时应关闭热水锅炉的回水阀门与出水阀门，将锅炉与系统隔开，然后放净炉水。

5. 锅炉停炉后，应在回水、出水、排污等管路中装置隔板。隔板厚度应保证不致被出水、回水管道内的压力以及其他锅炉的排污压力顶开，并保证与其他运行中的锅炉可靠隔绝。在此之前，不得有人进入锅炉内工作。

6. 停炉放水后，应及时清除水垢泥渣，以免水垢冷却后变干发硬（清除困难）。停炉冷却后，还应及时清除各受热面上的积灰。

在正常停炉中还有一种情况，即压火停炉。

压火停炉又称临时停炉。当热用户暂时不需要供热时（一般不超过12 h），可将炉膛压火，待需要恢复运行时再进行挑火。锅炉应尽量减少压火停炉的次数，否则，会因热胀冷缩频繁，产生附加应力，引起金属疲劳破坏，造成接缝和胀口渗漏。

压火分压满炉与压半炉两种。压满炉时，用湿煤将炉排上的燃煤完全压严，然后关闭风道挡板和灰门，并打开炉门，如能保证在压火期间不复燃，也可关闭炉门。压半炉时，是将煤扒到炉排前部或后部，使其聚集，然后用湿煤压严，关闭风道挡板和灰门，并打开炉门，如能保证在压火期间不能复燃，也可关闭炉门。

压火期间司炉人员不得离开操作岗位，应经常检查锅炉内介质的温度与压力；检查风道挡板、灰门是否关闭严密，防止压火的煤灭火或复燃。

压火期间一般不应停止循环水泵的运行，以防止炉水汽化及管道冻结，只有在保证不会发生汽化和冻结的情况下，才可停止循环水泵的运行。压火期间，一旦发现炉水温度升高，应立即开动循环水泵，防止炉水超温汽化。当需要恢复向系统用户供热，重新挑火时，应先开启循环水泵，使水在系统中循环流动后，才可挑火。

紧急停炉即为遇到下列情况之一时的停炉方式。

1. 锅炉水位低于水位表的下部可见边缘。

2. 不断加大给水及采取其他措施，但水位仍继续下降。

3. 锅炉水位超过最高可见水位（满水），经放水仍不能见到水位。

4. 给水泵全部失效或给水系统故障，不能向锅炉给水。

5. 水位表或安全阀全部失效。

6. 锅炉元件损坏，危及运行人员安全。

7. 燃烧设备损坏，炉墙倒塌或锅炉构架被烧红等，严重威胁锅炉安全运行。

8. 其他异常情况危及安全运行。

紧急停炉的一般程序是：立即停止添加燃料和送风，减弱引风，设法熄灭炉内明火，层燃炉可以用沙土或湿灰灭火，链条炉可使炉排加速运转，送燃煤进渣坑，燃油燃气炉停止燃烧器的运行；灭火后，打开炉门、灰门及烟道挡板，以加强通风冷却；关闭主汽阀，开启空气阀、安全阀和过热器疏水阀，排汽降压；通过排污和上水更换锅水，锅水冷却至70℃左右允许排水。但因缺水事故而紧急停炉时，严禁向锅炉上水，并不得开启空气阀及安全阀快速降压，以防止锅炉受到突然的温度和压力的变化而使事故扩大。

guolu jiejiao

【锅炉结焦】 指受热面管子外烟气侧，高温沉积物的厚度不断增加的现象。

高压电站锅炉，有时在出斗的水帘管处结焦。每班出灰时，均需敲打，结焦才能落下。而落下时，往往是红灰和热汽、水一同冲出。但其出灰间没有能让出灰人员躲开的出口，从而导致出灰人员因无出口可走，而被烫伤致死的事故。故出灰规程中规定：出灰前，必

须用水浇灭一切红灰，才可出灰。而在出灰间，必须要有能让出灰人员躲开的出口，才能保证安全。

guolu duhui

【锅炉堵灰】 指对流受热面烟气侧沉积物厚度不断增加，使烟气通道堵塞的现象。

烟气通道堵塞会使受热面受热不均而使部分受热面管子超温，导致爆炸事故，故必须防止管子受热不均。对此应采用吹灰或弹丸冲洗等不停炉的清除措施，记录出口烟温的运行日志，根据出口的烟温状况确定定期停炉清洗锅炉的日期。在设计受热面时，要保证一定的烟速和管子间的间距，以防止烟气侧沉积物的厚度不断增加，从根本上来扭转堵灰的被动局面。否则，既不安全也达不到对热效率规定的要求。

guolu jiezha

【锅炉结渣】 指灰渣在高温下黏结于受热面、炉墙、炉排之上并越积越多的现象。燃煤锅炉结渣是个普遍性的问题，层燃炉、沸腾炉、煤粉炉都有可能结渣，由于煤粉炉炉膛温度较高，煤粉燃烧后的细灰呈飞腾状态，因而更易在受热面上结渣。

结渣使受热面吸热量减少，降低锅炉的出力和效率；局部水冷壁管结渣会影响和破坏水循环，甚至造成水循环故障；结渣会造成过热蒸汽温度的变化，使过热器金属超温；严重的结渣会妨碍燃烧设备的正常运行，甚至造成被迫停炉。总之，结渣对锅炉的经济性、安全性都有不利影响。

造成结渣的原因是：煤的灰渣熔点低；燃烧设备设计不合理；运行操作不当。

煤的灰渣熔点用在标准试验条件下测得的灰渣变形温度 t_1、软化温度 t_2 及熔化温度 t_3 表示。这是因为煤的灰渣成分非常复杂，是多种金属氧化物、非金属氧化物的混合物。每种成分的熔化温度是不同的，灰渣中各种成分的含量也是不同的，因而，一种煤的灰渣实际上没有一个确定的熔化温度，而只是有一个熔化温度范围。在这个温度范围内，起初只是一部分灰渣熔化，随着温度的升高，熔化部分越来越多直至全部熔化。一般认为，t_2 是判别灰渣是否容易结渣的重要指标，t_2 越低，越易结渣。

灰渣熔点低是造成结渣的客观因素，但并不是说灰渣熔点低的煤在燃烧时一定要结渣，也并不是说灰渣熔点高的煤在燃烧时就一定不结渣。实际上，在煤粉炉中，火焰中心温度可高达1 500 ℃以上，灰粒一般呈熔化状态，如果炉膛四周全部为水冷壁覆盖，锅炉工作正常时，由于受热面的冷却作用，不会在受热面上结渣。

对煤粉炉来说，如果炉膛燃烧热负荷较高，炉膛内受热面较小，水冷壁未布满炉墙或水冷壁管间隔过大，在没有水冷壁遮蔽的炉墙部位就会首先结渣，并蔓延到受热面上。且由于炉膛水冷程度较低，炉膛出口烟温较高，此时炉膛出口的对流受热面上也会结渣。如果炉膛出口受热面布置较密，则各管上所结渣块可互相连接搭桥，影响烟气的流通和传热。

如果炉膛过于矮短，炉粉在炉膛中来不及燃尽，或者燃烧器结构不合理，使煤粉着火延迟而来不及在炉膛中燃尽，都可能造成在炉膛出口的受热面上结渣。

燃烧器距对面墙壁太近或燃烧器射程太远时，火焰直冲对面墙，灰渣来不及冷却凝固就可能结在对面墙上。

由于运行条件的改变，比如强化燃烧、火焰中心上移、火焰偏斜、着火延迟等，也会使炉温或局部炉温升高，导致炉膛某些部位结渣。

沸腾炉的结渣是指沸腾段的灰渣因温度过高而黏结成块的现象，结渣的原因与煤粉炉相似，即由于设计或运行上的原因，使沸腾段平均温度过高或局部温度过高。

层燃炉结渣一般发生在炉排附近。炉排面附近燃烧旺盛，温度很高，如果得不到适当冷却，就会在靠近炉排的炉墙上结渣，并蔓延到炉排上；炉排通风冷却不够时，会直接在炉排上结渣。

预防结渣的措施主要是：

在设计上，要控制炉膛燃烧热负荷，在炉膛中布置足够受热面，控制炉膛出口温度使之不超过灰渣变形温度 t_1；合理设计炉膛形状，正确设置燃烧器；控制水冷壁间距不要过大；炉排两侧设置防焦集箱等。

在运行上，要避免超负荷运行，控制火焰中心位置，避免火焰偏斜和火焰冲墙，合理控制炉膛过量空气系数和减少漏风。

对沸腾炉和层燃炉，要控制送煤量，均匀送煤，及时调整料层和煤层厚度。

guolu tongfeng

【锅炉通风】 锅炉在运行过程中，必须连续不断地将空气送入炉膛，并将燃烧产物排出炉膛和烟道。这种连续地输入空气及排除燃烧产物的过程叫通风过程。通风不仅是维持燃烧的基本条件，也对传热有重要影响，因而通风是锅炉正常工作必不可少的环节之一。

空气及烟气在锅炉中流动要克服一定的阻力，其动力来自烟囱或通风机械。单纯依靠烟囱的抽力进行通风的，叫自然通风。主要依靠通风机械进行通风的，叫强制通风。

1. 自然通风。锅炉烟囱具有一定的吸风和排烟作用。烟囱内部是温度较高的烟气，重度小，烟囱外部是温度较低的空气，重度较大，在烟囱内的烟气柱及烟囱外等高的空气柱之间，就有一个因重度差形成的压差。这个压差就是烟囱的抽力或通风力。

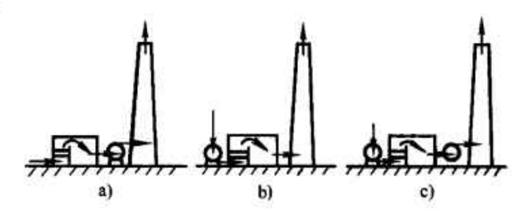
烟囱的抽力取决于烟温、空气温度及烟囱高度，烟

温越高，周围空气温度越低，烟囱的抽力越大；烟囱高度越高，其抽力也越大。

确定烟囱高度不仅应考虑排烟能力，还应考虑环境保护的要求。

锅炉的烟囱不能无限制地增高。烟囱增高时烟气流经烟囱的阻力也相应增加。排烟温度也不宜过高，否则会明显降低锅炉的经济性。因而自然通风的通风能力是有限的。自然通风仅适用于小型、结构简单、无尾部受热面的锅炉。

2. 强制通风。强制通风分为机械引风、机械送风和平衡通风三种，见下图。



机械引风图 a)，也叫负压通风，主要利用烟囱前的引风机来克服烟道、风道的阻力。烟气和空气都处于被抽吸状态，炉膛和烟道、风道中都呈负压。这种方式只适用于烟道、风道阻力不太大的小型锅炉。如果烟道风道阻力很大，采用这种方式必然在炉膛或烟道风道中造成较高的负压，从而使漏风量增加，降低锅炉效率。

机械引风时，引风机输送的是温度较高的烟气，工作条件恶劣，磨损严重，较易损坏。

机械送风图 b)，也叫正压通风，在锅炉烟风系统中只装送风机，靠送风机压头来克服烟道风道的全部阻力。这种送风方式的优点是消除了漏风，提高了燃烧强度和锅炉效率。送风机输送的是低温洁净的空气，工作条件好。但炉膛和烟风道都在正压下工作，要求炉墙、烟道必须有严格的密封，否则漏烟造成热损失，污染运行场所，甚至喷火伤人。

正压通风仅在需要强化燃烧的场合使用，国内在一些燃油、燃气锅炉中都采用正压通风。

平衡通风图 c)，即在锅炉通风系统中同时装置送风机和引风机。利用送风机克服风道、燃烧器或燃料层的阻力，把风送入炉膛，使风道在正压下工作。利用引风机克服全部烟道、受热面、除尘设备的阻力，使烟道和炉膛在负压下工作。

平衡通风既能有效地送风和排烟，又能使炉膛和烟道处于合理的负压之下，比起正压通风，锅炉房的安全和卫生条件较好；比起负压通风，漏风量较小，因而是采用得最为普遍的通风方式。

guolu chuanre yu anquan

【锅炉传热与安全】 锅炉中传热的方式有三种：辐射传热、对流传热和导热。

辐射传热又叫热辐射，它是一种由电磁波来传递热量的方式。在锅炉中火焰和烟气向锅炉本体的内壁或本体外壁上的积灰层直接照射而放热是属于辐射传热；对流传热是指流体流过壁面时与壁面之间的热量交换，这种传热是热对流和导热两种方式联合作用的结果。在锅炉中烟气冲刷锅炉本体，与本体金属接触过程中的放热即属这种；导热是依靠物体中微观粒子的热运动而传递热量的过程；导热又称为热传导。锅炉上本体金属外的积灰层与本体外壁面之间、本体外壁与内壁之间、本体内壁和水垢内面之间均是以导热方式传热的。

合理地布置受热面会使燃烧完全，提高热效率。而不合理地布置或维护受热面，则会使受热面烧坏，发生事故，危及安全。如锅炉本体内壁水垢过厚会使受热面过热，工业锅炉的过热器布置在烟温太高地方，会因蒸汽冷却能力差，而使管子烧坏。

受热面是指从放热介质中吸收热量并传递给受热介质的表面。

就工业锅炉而言，受热面的布置和结构，应满足以下的基本要求：

1. 必须达到设计所要求的蒸发量、汽压和汽温。

2. 工作必须安全可靠。受热面元件必须具有足够的强度。它的布置和结构应使受热面具有稳定的、良好的水循环；应不发生严重的蒸汽带水现象，并能适应较频繁的负荷变化；应能适应较差的水质，不产生严重结垢和具有清垢的可能性，以及受热面外部不产生严重的堵灰、腐蚀和磨损。

3. 节约钢材和非金属材料。

4. 节约燃料，提高锅炉的经济性。

5. 便于操作、维修等。

物体受热时均要产生膨胀，如受热膨胀得以实现，物体中不会产生附加应力，相反则会形成附加应力。锅炉各部件采用焊接或胀接连成一个整体，锅炉运行中各部件不但承受各种应力，而且受热情况也各不相同，锅炉设计者对受热膨胀应予特别注意，以防止或减小因膨胀而产生的附加应力。我国锅炉规程对受热膨胀做出如下规定：受热面应能按设计预定的方向进行膨胀；额定压力大于或等于3.82 MPa锅炉的汽包和集箱应装膨胀指示器；悬吊式的锅炉膨胀中心应预固定；鳍片管的鳍片材料的膨胀系数与管材应相近。

受热面分为辐射受热面和对流受热面两种。辐射受热面指主要以辐射传热方式从放热介质吸收热量的受热面。如炉膛的水冷壁以及布置在炉中的屏式过热器等。

辐射受热面是布置在锅炉炉膛内吸收辐射热的那一部分受热面，主要是水冷壁受热面。布置辐射受热

面，首先要决定炉膛的尺寸。水冷壁的布置必须保证水循环的安全性。水冷壁的设计还必须保证它的自由膨胀，一般都是上部固定，下部能自由膨胀。如果水冷壁膨胀受阻，将会使管子同联箱的结合处受到过大应力，造成事故。

对流受热面指主要以对流传热方式从放热介质吸收热量的受热面。如加热蒸发对流管束、对流过热器、省煤器和空气预热器等。对流受热面是布置在锅炉烟道中，受热烟气直接冲刷并吸收对流传热的那一部分受热面。诸如锅炉管束或烟管、过热器、省煤器、空气预热器等。就工业锅炉而言，除了炉膛辐射受热面外，对流蒸发受热面，即锅炉管束或烟管，是锅炉的主要受热面。

guolu chuixunhuan

【锅炉水循环】 指依靠水和汽水混合物的密度差或循环泵的压力使锅水在回路中循环流动的现象。水循环对锅炉安全运行的关系很大。首先，它能保证锅炉承压部件金属的冷却；其次，是保证水垢或水渣不致积存在受热面上，影响传热和热效率；再就是，使溶解氧不致附在金属面上而腐蚀金属。

锅炉的水循环分为自然循环和强制循环两种。依靠工质（汽、水）的密度差进行循环流动的称为自然循环；借助水泵的压力使工质流动的称为强制循环。工业蒸汽锅炉基本上都采用自然循环，而工业热水锅炉中有不少采用强制循环的。

水循环回路中，上升管入口处水的流速叫循环流速。

锅炉蒸发受热面能否安全连续工作，取决于是否有足够量的水冷却受热面，吸收热量，使受热面温度低于金属所能承受的最高温度。由于受热面中汽、水两相的比例是随受热量的增加而变化的，因而工质流速沿受热面也是变化的。但总的说来，进入上升管入口的水量越多，水的流速越高，上升管中汽水混合物的流速也越高，对管壁的对流放热也越强，冷却效果也越好。因此常用循环流速来表示水循环的可靠程度。循环流速用公式表示为：

$$W_0 = \frac{GV}{3600 f_s}$$

式中 W_0——循环流速，m/s；

G——进入上升管的循环水量，kg/h；

V——锅炉工作压力下水的比容，m^3/kg；

f_s——上升管的流动截面积，m^2。

在一般条件下，循环流速大于0.2 m/s即可维持水循环的安全进行。一般自然循环水管锅炉的循环流速在0.1～0.2 m/s的范围内。

水循环回路中，进入上升管的循环水量与上升管出口蒸汽量之比称为循环倍率。

在自然循环锅炉中，进入上升管的水在流过上升管时并没有全部变成蒸汽，通常只有少部分变为蒸汽，而大部分水回到锅筒后再次参加循环。

锅炉工作压力越高，水、汽重度越接近，流动压头就越小，从而使循环倍率降低。锅炉的负荷升高时，上升管内含汽量增大，也会使循环倍率降低。所以，在实际上高压大容量锅炉的循环倍率要比中低压小容量锅炉为低。

为了保证上升管不致过热以及防止水中溶解盐沉积在管壁上，除了要求有足够的循环流速外，还应保持一定的循环倍率。

水循环对锅炉的安全运行非常重要，常见的水循环故障有：循环停滞、出现自由水面、循环倒流、汽水分层、下降管带汽等。

水循环停滞指蒸发受热面上升管中工质流速极低，进入上升管中的水量等于其出口产生的蒸汽量的现象。

停滞现象通常是在同一回路并联各上升管受热不均的情况下，发生在受热弱的管子中。在同一回路中，各上升管共用同一或同样的下降管，有基本相同的回路高度。由于各上升管受热不同，受热强的上升管相对于下降管即产生较大的运动压头，而受热弱的上升管相对该下降管则产生较小的运动压头。运动压头克服了共同下降管的阻力后（受热弱的上升管中用以克服自身阻力），使工质沿上升管流动的压头较弱，管内工质的流速相应较小。当受热弱上升管中产生的运动压头刚刚等于共同下降管的阻力时，该管中即没有任何富裕压力来克服自身的流阻，即出现停滞现象。

出现循环停滞时，上升管内进水量很少，特别是出口段含水量更少，这样的上升管虽然受热较弱，但冷却条件很差，往往导致管壁超温爆破。特别是在弯管段，因易积存蒸汽，更易发生爆管事故。

导致上升管受热不均的原因很多，大体上有结构设计及运行管理两个方面。

从结构设计上说，由于上升管（水冷壁）是沿炉膛四周壁面布置的，而炉膛中火焰的温度分布是不均匀的。因而不同壁面之间、同一壁面不同位置之间受热面与火焰的辐射换热强度是不均匀的。一般说来，壁面中间部位比炉膛四角的辐射换热要强烈。如果在设计中不充分考虑这一点，把靠近炉膛四角的上升管与壁面中间的上升管放在同一循环回路中，则靠近炉膛四角的上升管即可能产生停滞。

从运行管理上说，水冷壁上结渣、积灰或炉墙脱落、开裂，往往会减弱上升管的吸热，甚至成为出现停滞的原因。

自由水面是指停滞现象的一种特例。当发生停滞的上升管接入锅筒的蒸汽空间时，此时停滞管的上部

会出现一个水面，即为自由水面。

当上升管接入锅筒的蒸汽空间时，上升管中汽水混合物上升的高度大于下降管液柱的高度。此高出部分没有相应的水柱与之形成压差，对于形成自然循环的运动压头不起作用，相反将汽水混合物提升这个高度还需要消耗一部分运动压头，这部分消耗叫提升损失。显然，提升损失的存在将减弱上升管中工质的流速，使受热弱的管子出现停滞的时间提前。从水循环可靠性方面说，不希望把上升管引入锅筒的蒸汽空间。

自由水面是因上升管中缺少足够的运动压头提升汽水混合物而形成的。出现自由水面时，水面以上部位的管段中全部是蒸汽，如果此管段受热，就可能因超温而较快损坏；水面附近管壁因交替接触水或蒸汽，温度时常波动，易产生疲劳损坏；水面以下的管壁也会因附着汽泡而过热。

倒流指蒸发受热面上升管中工质自上而下流动的现象。倒流可以说明水循环被破坏，很快就会发生缺水事故。

倒流发生在受热弱的上升管的运动压头小于下降管阻力的情况下，此时运动压头不足以克服下降管的阻力，该上升管中必须有一个反向流阻，才能维持运动压头与上升管、下降管阻力的平衡，或者说此上升管内的工质必须倒流。

从另一个角度看，受热弱的上升管比起正常受热的上升管来，前者汽水混合物的重度大于后者。这两个受热不同上升管间工质的重度差造成了两上升管之间的压差，如果沿此受热弱的管子向下流动的流阻小于沿原下降管流动的流阻，则水即沿此受热弱的上升管下流，使之变为下降管，使它和受热强的上升管之间形成了循环。

倒流产生的条件可以概括为：

上升管受热弱，其运动压头小于下降管阻力；上升管连接于锅筒的水空间或上集箱上，如果上升管连接于锅筒的蒸汽空间，则不会发生倒流，水沿该上升管下降流动的流阻小于原下降管流阻。

通常认为，倒流是一种水循环故障。

倒流管不同于一般正常下降管，由于受热，水在倒流时汽化，因而倒流管中存在工质的两相流动。在倒流管中有可能形成“汽塞”，因为水带动蒸汽向下流动，而蒸汽因重度小要向上浮动，当蒸汽向下流动及向上浮动的速度相等时，蒸汽就会滞留在管内某一部位，造成该部位沉盐结垢或过热破坏。另外，倒流往往和停滞同时发生。

汽水分层指汽水混合物在水平或倾角较小的管内流动，流速较低时，水在下部，汽在上部分层流动的现象。

发生汽水分层现象时，汽、水两相间有时会出现明显的分界面。

汽水分层流动时，管子下部有水冷却不致超温，管子上部没有水膜冷却，可能导致超温破坏；在汽、水两相交界面处，壁温经常波动，会导致金属疲劳破坏。

实践证明，只有不使上升管与水平面的倾角过小或工质流速过低，就可以避免汽水分层现象。设计时，要求上升管倾斜斜度大于15°，或者设法提高循环流速以防止汽水分层现象的产生。

下降管带汽是由于锅筒的水位离下降管入口太近，在入口处形成旋涡漏斗，将蒸汽空间的蒸汽一起带入下降管。下降管离上升管太近时，也会把上升管送入的汽水混合物再抽到下降管。另外，当锅筒内水容积中蒸汽上浮速度小于水的下降速度时，进入下降管的水中也要带汽。下降管带汽，增加了流动阻力。由于上升管与下降管中工质的重度差减小，致使运动压头减小而不利于水循环。

为避免发生下降管带汽，应使下降管与最低水位之间有一定的高度差；对于大管径的，可在下降管入口处装格栅或十字板，防止产生大旋涡；下降管与上升管的管口应有一定的距离。此外，下降管应避免受热，锅炉给水尽量布置在下降管进口处，以降低下降管的进口水温。

guolu yanqice chenjiwu

【锅炉烟气侧沉积物】 从烟气中沉积到受热面外表面或炉墙内壁上的物质，包括烟炱、熔渣、高温黏结灰、低温沉积灰和松灰等。

为了防止这些沉积物损坏锅炉、缩短使用寿命、降低锅炉效率、浪费燃料，在运行时，必须保证燃烧的稳定和安全，使锅炉最有效地产生蒸汽；必须保持最优的燃烧与空气的比例，可从烟气分析中的依据量及二氧化碳的含量予以保证。防止炉膛内火焰的直接喷射造成过高的金属温度，不可忽视日常的吹灰工作及对低温金属区的定期水洗工作。否则，就会既浪费能源又缩短使用寿命，还会出现爆管、爆破等灾难性的事故，不可不提高警惕。

guolu zhongqikongjian gaodu

【锅炉蒸汽空间高度】 指的是锅筒内锅水水面至蒸汽引出装置（蒸汽引出管或锅筒顶部的汽水分离设备）之间的垂直距离。

一定的蒸汽速度，只能带走一定大小的水滴，更大的水滴在飞到一定高度后，能靠自重落回到锅水中。如果锅筒的蒸汽空间太小，一些大水滴飞起的高度达到了蒸汽引出管附近，就会被高速蒸汽抽走。

蒸汽空间高度决定于锅筒直径的大小。为此，锅筒直径不宜太小，低压锅炉锅筒直径一般大于1 m较为合适。当然太高也是不必要的，因为增加蒸汽空间的高度对于进一步降低蒸汽带水量（即减少蒸汽能带动的细

小水滴量)的作用已不明显。而增加锅筒直径必须相应增加锅筒壁厚,不仅多耗费钢材,而且降低安全性能。

zhengqi sudu

【蒸汽速度】 指在锅筒直段范围内,正常水位时对应于水表面积上的蒸汽速度。也就是蒸汽流通截面上的平均速度。蒸汽速度越大,所能带走的水滴也越大,水滴被吹起的高度也越高。如果蒸汽速度不大,即使较大的水滴溅起到蒸汽空间,也会靠自重重新落回到锅水中,蒸汽带水就比较少。实际上,由于汽水混合物并非均匀引入锅筒中,锅筒内蒸汽分布很不均匀,在蒸汽较集中的局部地方蒸汽速度很大,可能造成蒸汽大量带水,因此在选用锅内设备时应特别注意防止局部地区蒸汽速度过大。选用水下孔板、抽汽孔板,能较好地起到均匀蒸汽负荷的作用。

蒸汽速度的大小除了和蒸发量及蒸汽压力有关外,还与锅筒大小有关。对于水平放置的锅筒,蒸汽的流通截面决定于锅筒的直径和长度。对于竖直起来的锅筒蒸汽流通截面只决定于锅筒的直径。

guolu paiwolü

【锅炉排污率】 指连续排污的排水流量。

排污量的大小常以排污率表示,排污率常用锅炉排出水量与锅炉蒸发量的百分数来表示。

锅炉排污的多少,直接关系到锅炉的安全经济运行。排污量过少,会威胁锅炉的安全运行;排污量过多,大量锅水白白排放,直接降低锅炉热效率,而且还容易发生缺水事故。因此,合理调整排污量,控制排污率在适当范围,是确保锅炉安全经济运行的重要环节。一般供热锅炉,排污率控制在10%以下。

guolu xiaolü

【锅炉效率】 指锅炉有效利用热量与单位时间内所消耗燃料的输入热量的百分比,也称锅炉热效率。

锅炉中燃料燃烧放热,放出的热能通过受热面传递给水,使水汽化产生蒸汽。实际上,锅炉中的燃料并不能完全燃烧,且燃烧后所放出的热能也不能全部得到利用。所以热效率的高低,是衡量锅炉是否先进的重要指标。从运行角度来说,为了提高锅炉热效率,需要不断提高操作技术和管理水平,及时清除受热面上的烟灰和水垢,使锅炉在最佳工况下运行,将各项热损失降低到最小程度,这样就会得到较好的节约燃料的效果。

guolu resonshi

【锅炉热损失】 指锅炉输入热量中未能被工质所吸收的部分,一般用所损失的热量与输入热量的百分比表示。

锅炉的热损失包括排烟、化学不完全燃烧、机械不完全燃烧、散热和灰渣物理热等项损失。如能了解产生这些热损失的原因,并采取对策,尽可能降低这些热损失,热效率就能相应的提高。在锅炉的热平衡和热效率的计算中,一般以每千克燃料(固体或液体)或每标准立方米气体燃料的输入热量作为100%去衡量产汽所耗的热量以及各项损失的热量各占的百分比。

guolu yunxing jilu

【锅炉运行记录】 指锅炉运行日志一类的书面记录。其操作及故障情况应由值班负责人员签字负责。

锅炉运行记录按其内容可分为两大类。

1. 运行设备的运行情况,由值班人员每小时都要进行检查和记录的运行日志。例如,分别在锅炉控制盘上进行记录的,在给水泵站处和磨煤机制粉系统处记录的运行日志。记录每日所需的数据及情况。

2. 在锅炉房由值班长所记的锅炉房运行日志,记录其总的情况。例如,哪些锅炉、给水泵、磨煤机在运行,每班需进行的操作、试验及巡回检查所发现的情况,定期试验的记录,以及维护保养工作,检查的某些试验和别的有关资料。在锅炉机组上做的修理工作的主要详情也应记入(包括开始时间、完成时间和主管人员签名等)。应有记录试验所获得的性能和结果、检查、其他规程和法规要求的日常工作,以及检验所或机关检查报告和最初的验收试验资料等。

运行记录的保管:包括全部图样、制造厂说明书、运行说明书、文件、备件清单、挂图等,以及其他资料。这些资料汇集在一起装在活页夹子内,当有所更换和增加时,资料和图样应作相应的修改。

guolu shigu

【锅炉事故】 锅炉事故是指锅炉在运行或水压试验时,承压部件、安全附件、炉膛等,损坏或出现故障而导致锅炉不能运行的现象。

锅炉事故按事故损坏程度分为爆炸事故、严重损伤事故、一般损伤事故;按事故损坏形式分为爆破事故、压溃事故、鼓包变形事故、泄漏事故、爆管事故、燃烧室爆炸事故、尾部烟道二次燃烧事故等。

爆炸(破)事故 锅炉爆炸(破)事故是指锅炉在运行中或在水压试验时,承压部件发生破裂,使锅炉内的压力瞬时降至外界大气压力的事故。这种事故的破坏力最大,造成财产损失和人员伤亡也最大。锅炉发生爆炸时,由于锅炉的压力瞬时降至大气压力,锅炉内的饱和水及饱和汽迅速膨胀做功。有资料证明,锅炉发生爆炸时,饱和水膨胀上百倍,而饱和汽要膨胀几倍。由于饱和水及饱和汽迅速膨胀,形成强大的冲击波,所以可使设备、建筑物遭到严重损坏,还可能引起火灾事故。

严重损伤事故 严重损伤事故是指锅炉在运行或水压试验时,由于受压部件、安全附件、自控保护装置严重损坏,或燃烧室发生爆炸等,造成锅炉被迫停止运

行而必须进行修理后才能恢复运行的事故。我国每年发生的锅炉事故95%以上是严重损伤事故。由于锅炉缺水而造成受压部件的变形、压溃、爆管、渗漏等严重损伤事故占50%左右。因水质不良(因水处理效果不良,锅水达不到标准规定的指标,会使受热面严重结垢,导致受热面过热变形,甚至引起爆破事故。另外,给水含氧量超标,则会造成受热面腐蚀减薄)引起的严重损伤事故占25%左右。这两种原因引起的严重损伤事故都是因锅炉运行管理不善而造成的。

一般损伤事故 一般损伤事故是指锅炉在运行或水压试验时,受压部件轻微损坏而不需要停止运行就可以进行修理的事故。锅炉事故报告办法规定,一般损伤事故不要求上报政府有关管理部门。

压溃事故 压溃事故是指锅炉受压部件在外压的作用下发生皱褶或压塌的现象。锅炉受压元件在压力的作用下,无论是外压还是内压,均会在元件壁上产生三向应力,应力的大小和形式基本一样,仅是方向不同。但是,受内压和受外压元件的失效形式完全不一样。锅炉元件在内压作用下,由于强度不足,使元件发生爆破而失效。对于受外压的锅炉元件,它的失效形式是失稳。所谓失稳是指元件失去了原来的形状和尺寸而使元件失效。受外压元件失稳有两种情况:一是受压元件在压力作用下形成的应力达到或超过材料的屈服限而使受压件失稳,这是因强度不足而引起的;二是受压元件在压力作用下而形成的应力远远小于原材料的屈服限而发生失稳,这是因刚度不足而引起的。因此,锅炉强度计算标准规定,对受外压的炉胆要用两组公式进行计算,即强度公式和刚度公式。

爆管事故 爆管事故是指锅炉运行时,锅炉范围内的管子和管道因承受不了压力而发生爆破的现象。受热面管爆破有两种形式:一是短时过热爆管,主要是由于管内水循环发生故障,内部介质冷却条件严重恶化,管子壁温急剧上升,材料强度大幅度下降,短时期内发生管子爆破。短时过热爆管的特征是破口断面锐利,破口处管子周长增加较多;破口常呈桃核形;破口处的金相组织是马氏体或马氏体加铁素体;破口处硬度上升而没有氧化皮。二是长时过热爆破,实际上是高温蠕变爆破。这主要是长期热偏差和内壁结垢造成的长期过热。它的特点是破口断面不很锐利,管子内壁会有多条纵向裂纹,破口处管子的周长增加不多,珠光体明显球化,管子内、外壁有明显的氧化皮。

炉膛爆炸事故 炉膛内的可燃气体遇到明火突然爆燃引起炉膛内压力急剧上升的事故称为炉膛爆炸事故。炉膛发生爆炸必须同时具备三个条件:一是燃料以气态存在于炉膛或烟道之内;二是可燃气体(或煤粉)与空气的混合比达到了爆炸极限;三是有足以点燃混合物的温度。三个条件缺一都不会引起炉膛爆炸。有两种情况会同时具备引起炉膛爆炸的三个条件:一种情况是燃用煤粉、油、气体燃料的锅炉在运行时,由于炉膛突然熄火,而未立即切断燃料的供给,继续向炉膛内供给燃料和空气,使燃料和空气的混合比达到极限,炉膛内火焰虽然熄灭了,但还有极高的温度,足以将燃料混合物点燃发生炉膛爆炸。另一种发生炉膛爆炸的情况是燃用煤粉、油、气体燃料的锅炉在启动点火时,如炉膛内存在可燃气体混合物,点火时也会发生炉膛爆炸。

燃油锅炉运行中,在调整燃烧时,由于一些未完全燃烧的油滴或油雾被带到尾部空气预热器上,形成油垢和炭黑,如不及时清理这些油垢和炭黑,越积越多,达到一定程度会自燃起火,将空气预热器烧坏。我国曾多次发生尾部烟道二次燃烧事故,有的将空气预热器烧成了铁水。为了防止发生尾部烟道二次燃烧事故,我国锅炉规程规定,在尾部烟道应装设可靠的吹灰和灭火装置。

guolu queshui shigu

【锅炉缺水事故】 当锅炉水位低于水位表最低安全水位刻度线时,即形成了锅炉缺水事故。

锅炉缺水时,水位表内往往看不到水位,表内发白发亮;低水位警报器动作并发生警报;过热蒸汽温度升高;给水流量不正常地小于蒸汽流量。

锅炉缺水是锅炉运行中最常见的事故之一,常常造成严重后果。严重的缺水会使锅炉蒸发受热面管子过热变形甚至被烧塌;胀口渗漏以致胀管脱落;受热面钢材过热或过烧,降低以致丧失承载能力;管子爆破;炉墙损坏。处理不当时,甚至导致锅炉爆炸事故。

常见的缺水原因是:

1. 运行人员疏忽大意,对水位监视不严;或者运行人员擅离职守,放弃对水位及其他仪表的监视。

2. 水位表故障造成假水位,而运行人员未及时发现。

3. 水位报警器或给水自动调节器失灵,而又未及时发现。

4. 给水设备或给水管路故障,无法给水或水量不足。

5. 运行人员排污后忘记关闭排污阀,或者排污阀出现泄漏。

6. 水冷壁管、对流管束或者省煤器管子爆破漏水。

发现锅炉缺水时,应首先判断是轻微缺水还是严重缺水,然后酌情予以不同的处理。

通常判断缺水程度的方法是"叫水"。"叫水"的操作方法是:打开水位表的放水旋塞冲洗汽连管及水连管;关闭水位表的汽连管旋塞;关闭放水旋塞。如果此时水位表中有水位出现,则为轻微缺水。因为尽管

水位表中看不到水位，但锅炉水位还未降到水连管以下，在汽旋塞被关闭后，随着水位表内蒸汽的冷凝及压力的降低，锅水通过水连管已被排到水位表中。

如果通过"叫水"，仍不见水位表内有水位出现，则说明水位已降到水连管以下甚至更严重，而属于严重缺水情况。

轻微缺水时，可以立即向锅炉上水，使水位恢复正常。如果上水后水位仍不能恢复正常，则应立即停炉进行检查。

严重缺水时，必须紧急停炉。

"叫水"操作只适用于相对容水量较大的小型锅炉，不适用于相对容水量很小的锅炉。对相对容水量较小的电站锅炉或其他锅炉，对最高火界在水连管以上的锅壳式锅炉，一旦发现缺水应紧急停炉。

qishui gongteng

【汽水共腾】 指当蒸发量瞬时增加使锅筒水位急剧变化或水位上升超过极限水位时，由于大量锅水被带入蒸汽空间，使蒸汽带水大幅度增长的现象。

在运行时，必须严格监视水位，尤其是在进行负荷调整时，增加负荷不得过快，须按锅炉制造厂使用说明书中规定速度增减负荷，尤其是高压锅炉，平时的水位被压力压住，负荷突增过速，有时会使压力下降，相对的水位便会急剧上升，而造成上述故障。

严重时，可能将水分带至汽轮机，将机叶破坏或使汽轮机过度震动而造成必须紧急停机，或汽轮机转子飞出的严重事故。因此在调整负荷时，必须各就各位，严阵以待。

guolu cailiao pohuai xingshi

【锅炉材料破坏形式】 锅炉发生爆炸时，材料的破坏形式有以下几种：

塑性破坏 指锅炉元件的金属材料承受的应力超过其破断应力值（如抗拉强度、持久强度等）时发生的破裂。发生塑性破坏时，材料发生较大的塑性变形。破裂的断口呈撕裂状态，一般呈暗灰色的纤维状，断口不齐整，且与主应力方向呈45°，一般不产生碎片或仅有少量碎块。产生塑性破坏只有在受压元件整个截面上的材料都处于塑性变形状态时才会产生，局部应力集中对塑性破坏没有太大的影响。锅炉上的安全阀失效且操作失误使压力超过允许工作压力而发生爆炸时的破坏形式大多为塑性破坏。此外，锅炉大面积腐蚀，厚度减薄而发生爆炸时的破坏形式也属于塑性破坏。

脆性破坏 指锅炉受压元件在工作应力远低于材料屈服极限，在没有发生塑性变形或塑性变形很小的情况下突然发生的破裂。通常锅炉用钢为塑性材料，但在一定条件下，如应力交变、温度较低、介质侵蚀、组织改变、存在裂纹等情况下会发生脆性破坏。脆性破坏的速度极大，裂口以每秒近千米的速度发展，破裂断口与主应力方向垂直、齐平。脆性破坏的裂源一般都能从断口上的人字形纹里看出，人字形纹里的尖端指向裂源。

锅炉元件脆性破坏大致分为二类：一类为因应力的交变作用、介质的侵蚀及高温长期工作后金属组织的改变所引起的脆化现象，如热疲劳、苛性脆化、氢损坏、石墨化等；另一类为一定温度条件下经一定时间后出现的脆性，如冷脆、蓝脆、红脆、热脆、回火脆、应变时效等。

脆性破坏最易发生在焊缝、胀口等处，因这些部位易满足缺口、应力集中和韧性下降及其他脆性破坏所需的条件。

疲劳破坏 指材料经过长期的交变载荷，由于疲劳（在交变应力下出现裂纹）而在应力低于材料抗拉极限时突然发生的破裂。疲劳破坏是先在局部应力较高的地方产生微细的裂纹，然后逐步扩展，到最后所剩下的截面积的应力达到材料的断裂强度而发生破坏。锅炉的接管、开孔及其他几何形状不连续的地方、焊缝附近及钢材有缺陷的区域内都有程度不同的应力集中，有些局部应力可能达到甚至超过材料的屈服极限。若这些较高的局部应力是静态的或仅仅是几次的反复作用，也不会造成元件破裂。但如果频繁地加载或卸载，就会使受力最大的晶粒由产生塑性变形而逐渐发展成微小的裂纹，随着应力的周期变化，裂纹两端亦逐步扩展，最后导致破坏。疲劳破坏时元件没有明显的塑性变形，从裂纹的形成、扩展直至破坏，发展比较缓慢。破裂断口有两个区域，其断口形貌与脆性破坏有明显的区别：一个区别是疲劳裂纹产生及扩大的区域金属表面平滑，有时还可看到裂纹扩展的弧形纹路；另一个区别是断口区，该区域金属粗糙。发生疲劳破坏时，不像脆性破坏那样常常会产生脆片，而是开裂。

腐蚀破坏 指材料因腐蚀介质的腐蚀而产生的一种破坏形式。腐蚀破坏按破坏现象来分，可分为均匀腐蚀、点腐蚀、应力腐蚀和腐蚀疲劳。

发生均匀腐蚀时，腐蚀性介质在金属表面上不形成保护膜或细粒状的阴极区、阳极区均匀地分布在金属表面，整个接触表面的厚度逐渐减薄，逐渐减弱承载截面积，当元件严重腐蚀以至剩余厚度不能承受外加载荷时即发生破坏。这种破坏从破坏形式来说是韧性破坏。锅炉设计时一般都根据使用寿命和腐蚀速率留有腐蚀裕度，且因均匀腐蚀比较容易发现，所以在实际工作中由于均匀腐蚀而造成的破坏较少见。

点腐蚀发生在材料元件的局部区域，表现形式为深坑腐蚀，面积较大的密集斑点腐蚀等。锅炉给水除氧、除气不好或酸洗后处理不当都会使锅炉材料产生点腐蚀。非穿透性点腐蚀一般只减少受腐蚀处的承载面积，而其余未受腐蚀部位不受影响。但深部的深坑

腐蚀会引起应力集中,在交变载荷作用下有可能产生疲劳破坏。大面积的密集斑点腐蚀会影响元件的强度,严重时会造成塑性破坏。

材料产生晶间腐蚀时,金属的破坏沿着晶粒的边界进行,腐蚀介质渗入金属的深处,金属晶粒间的结合力因腐蚀而受到破坏。发生晶间腐蚀时材料表面通常不发生宏观变形,也不减少厚度尺寸,只是金属晶界处的强度及塑性大为降低,在很小的外力下就会破坏。

应力腐蚀破裂是指在静拉伸应力和腐蚀介质共同作用下导致腐蚀破裂的现象。它与单纯由应力造成的破坏不同,可在极低的载荷应力下也能产生破坏;与单纯由腐蚀引起的破坏也不同,腐蚀性极弱的介质也能引起应力腐蚀破裂。此时往往没有变形预兆,突然断裂,容易造成严重的事故。锅炉的苛性脆化就是其中一例。产生苛性脆化需满足三个条件:很高的局部应力、较高浓度的苛性钠溶液与元件的高应力处接触、一定的工作温度。在锅炉的胀接或铆接处的应力由三个部分组成:由铆接或胀接所产生的应力、由锅炉工作压力所产生的应力、附加应力(包括热应力、机械应力等,当锅炉元件受热不均匀或制造安装不当时,这部分应力是很大的)。这三部分应力之和可达到很高的数值。此外,在锅炉铆接或胀接的不严密处,锅水进入接缝中不断蒸发,使接缝中锅水的碱度不断增加到苛性脆化所需的浓度,再加上锅炉的工作温度,易使铆接或胀接处产生符合苛性脆化所需的三个条件。国内外曾多次发生过因苛性脆化引起的锅炉爆炸事故。

蠕变破坏 金属材料在高温状态下工作,在恒定的应力作用下,其塑性变形量随着时间的增长而增加,此种现象称为蠕变。这种蠕变变形达到一定程度时,元件在较低应力状态下发生破坏,称为蠕变破坏。材料发生明显的蠕变现象的温度称为蠕变起始温度。不同的金属材料蠕变起始温度也不相同,如碳素钢为300~350 ℃,合金钢为400~450 ℃。温度越高,蠕变越严重。蠕变破坏的特点是:受压元件经过一段较长时间在高温下的压力载荷后,应力低于材料在使用温度下的强度极限时发生破坏。若在高应力、温度低于蠕变温度下发生蠕变破坏时,断口为塑性断裂状态,断裂前有大量的塑性变形,断裂后的伸长率高。若在低应力、温度高于蠕变温度下发生蠕变破坏时,断口为脆性断裂状态,断裂前塑性变形很小,断裂后的伸长率甚低。锅炉元件的蠕变破坏大多属于后一种。

shengmeiqi sunhuai

【省煤器损坏】 指省煤器管爆破或铸铁省煤器法兰因水击等原因而造成严重泄漏的事故。

省煤器损坏的现象

1. 省煤器附近有泄漏声响,炉墙的缝隙及下部烟道门处向外冒汽。

2. 排烟温度降低,烟气颜色变白。

3. 省煤器下部的灰斗内有湿灰,严重时有水往下流。

4. 烟气量及烟气阻力增加,引风机声音不正常,电动机电流增大。

5. 锅炉压力下降,严重时虽经补水仍不能维持。

省煤器损坏的原因

1. 水质不符合标准,含氧量较高,且补水量较大,经较长时间运行产生氧腐蚀。

2. 回水温度及流量变化频繁或运行操作不当,使省煤器管壁温度波动产生热疲劳裂纹。

3. 回水温度偏低,且燃料中硫分较高,省煤器管外壁产生低温腐蚀。

4. 省煤器材质不好,或在制造、安装、检修过程中存在缺陷。

5. 回水在省煤器内汽化,引起水击。

省煤器损坏事故的处理

1. 如省煤器损坏不很严重,泄漏量不大,可维持运行,待备用炉启动后,再停炉修理。

2. 有旁路烟道的应打开旁路烟道,关闭主烟道。

3. 省煤器与锅炉采用串联连接成带旁路管连接形式时,应开大直接进入锅炉的回水管的阀门,同时关闭省煤器的进、出水阀门,停止省煤器的使用。

4. 省煤器损坏严重,大量泄漏,致使锅炉压力不能维持时,应立即紧急停炉。

guoreqiguan baopo

【过热器管爆破】

过热器爆管的现象

1. 过热器附近有蒸汽喷出的响声。

2. 蒸汽流量不正常地下降,严重时过热蒸汽压力下降,过热温度发生变化。

3. 炉膛负压降低或变为正压,严重时从炉门、看火孔向外喷汽和冒烟。

4. 排烟温度显著下降,烟气颜色变白。

5. 引风机负荷加大,电流增高。

过热器爆管的原因

1. 由于水质不符合标准,水位经常过高,发生汽水共腾,以及汽水分离装置效果不好等原因,造成蒸汽大量带水,使管内积垢过热。

2. 在点火、升压或长期低负荷运行时,过热器内蒸汽流量不够,造成管壁过热。

3. 过热器上的安全阀截面积不够或排汽压力偏高,使过热器长期超压运行。

4. 运行中,由于风量不当,使火焰偏斜或延长到过热器处;或者由于吹灰、除焦不彻底,使水冷壁管或第一烟道发生堵灰、结焦,造成烟气温度升高,过热器长期超温运行,管壁强度降低。

5. 停炉或水压试验后，未放尽管内存水；特别是垂直布置的过热器管弯头处容易积水，造成管壁腐蚀减薄。

6. 管材质量不合格，制造质量不好，或管内被杂物堵塞。

7. 蒸汽吹灰器安装位置不当，使吹灰孔长期正对管子冲刷。

8. 结构有缺陷，如管距不均匀，管间有短路烟气，蒸汽分布不均匀，流速过低等造成热偏差，使局部管壁过热烧坏。

过热器爆管的处理

1. 过热器管轻微破裂，不致引起事故扩大时，可维持短时间运行，待备用锅炉投入运行后再停炉检修。

2. 过热器管爆破较严重时，应紧急停炉。

shuiji shigu
【水击事故】 指水在管道中流动时，因速度突然变化导致压力突然变化，形成压力波并沿管道传播而造成的事故。

发生水击时，管道承受的压力骤然升高，发生猛裂振动并发出巨大声响，常常造成管道、法兰、阀门等的损坏。

锅炉中易发生水击的部件有：给水管道、省煤器、过热器和锅筒等。

给水管道的水击常常是由于管道阀门关闭或开启过快造成的。当阀门突然关闭，高速流动的水突然受阻，其动压在瞬间转变为静压，造成对阀门、管道的强烈冲击。

省煤器管道的水击分两种情况：一种是省煤器内部分水变成了蒸汽，蒸汽与温度较低的（未饱和）水相遇时，水将蒸汽冷凝，原蒸汽区压力降低，使水的流速突然发生变化并造成水击；另一种则和给水管道的水击相同，是由阀门的突然关闭造成的。

过热器管道的水击常发生在满水或汽水共腾事故中，在暖管时也可能出现。造成水击的原因是蒸汽管道中出现了水，水使部分蒸汽降温甚至冷凝，造成压力降低区，蒸汽携水向压力降低区流动，使水的流速突然变化而产生水击。

锅筒的水击也有两种情况：上锅筒内水位低于给水管出口而给水温度又较低时，大量进低温水造成蒸汽凝结，使压力降低而导致水击；下锅筒内采用蒸汽加热时，进汽速度太快，蒸汽迅速冷凝形成低压区，造成水击。

为了预防水击事故，给水管道和省煤器管道的阀门启闭不应过于频繁，启闭速度要缓慢；对可分式省煤器出口水温要严格控制，使它低于同压力下的饱和温度40 ℃；防止满水和汽水共腾事故，暖管之前应彻底疏水；上锅筒进水速度应缓慢，下锅筒进汽速度也应缓慢。

发生水击时，除立即采取措施使之消除外，还应认真检查管道、阀门、法兰、支撑等，如无异常情况，才能使锅炉继续运行。

luqiang sunhuai shigu
【炉墙损坏事故】

炉墙损坏事故有以下几种：

1. 灰渣斗内有跌落砖块。

2. 炉墙支架、外壳或拱砖的吊架温度突然升高，甚至烧红。

3. 炉墙转角处，以及炉墙与钢架、过墙套筒等接触处的石棉填料大量跌落。

4. 外炉墙凸出开裂，有倒塌危险。

炉墙损坏事故发生的原因是：

1. 设计方面

炉拱及炉墙结构不合理，阻止锅炉部件的正常热膨胀；水冷壁布置过少，拱碹冷却不够；炉膛火焰偏斜，使部分炉墙或炉拱温度过高。

2. 运行方面

锅炉长期烧正压，炉膛温度过高，飞灰熔点低，炉膛结焦严重；升火、停炉时，升降温度过快，不能使炉墙及拱碹均匀胀缩。

3. 安装和检修方面

砖边破碎，砖缝太大；灰浆配制比例不当，养护不好，砖黏结不牢；没有足够的伸缩缝；烘炉时间太短或升温太快。

ranyouguolu chuanyou shigu
【燃油锅炉串油事故】 燃料油串入蒸汽管等非燃油系统，称为串油事故。这种事故不但浪费燃料油，污染蒸汽污染环境，而且还会造成堵管、火灾等恶性事故。

机械雾化的油枪嘴的油压常在2 MPa左右，比一般工业锅炉的汽压高得多。因此必须严格防止串油事故。串油事故主要是由操作人员责任心不强，操作错误或设备管道设计布置不合理等原因造成的。

1. 油管道中蒸汽冲洗阀开启忘记关闭或关闭不严，致使燃油漏入汽水系统。

2. 蒸汽雾化的油枪出口堵塞，当遇蒸汽压力小于油压时，油料串入汽水管道。

3. 油料加热器或蒸汽加热套管泄漏时，油料串入汽水管道。

要预防燃油锅炉串油事故，必须做到以下几点：

1. 凡与油管相连接的汽水管道均应装设止回阀。

2. 蒸汽雾化的油枪要定期清理，在运行中要做定期检修工作。

3. 蒸汽雾化的油枪，以蒸汽压力大于燃油压力0.05～0.1 MPa为好。

4. 停用的油枪要用蒸汽将其内部剩油吹扫干净，

然后将其保养好备用。

5. 燃油加热器的蒸汽凝结水应单独排放到一个适当地点，不可与其他凝结水混在一起。

当发生串油事故时，应采用下列方法进行处理：

1. 锅炉要进行连续排污。

2. 减弱燃烧，减小锅炉负荷。

3. 检查油枪情况，如堵塞要及时清洗，如损坏要更换。

4. 清洗被污染的贮水容器。

5. 清除蒸汽管道和管道上阀门的油污。

guolu shigu de diaocha

【锅炉事故的调查】 事故调查是为了取得第一手材料，为分析事故找出充分的依据，其顺序大致如下：

1. 成立事故调查组。调查事故的工作主要应当由发生事故的单位承担，所以一般情况下，事故调查组的组长应当由该单位的负责人或其主管部门有关负责人担任，同时必须邀请当地安全管理部门（必要时请上级安全管理部门）分管锅炉监察工作的负责同志和技术人员参加。另外，还应当根据需要邀请当地或邻近地区科研、检验、高等院校的有关专家参加。

2. 了解事故发生前的锅炉运行状况。应当尽可能找到当班司炉工人或其他在场的值班人员（如均已伤亡，就找最后到过锅炉房的人），了解事故发生前的锅炉运行状况，如压力表指示是否超压，水位表水位是否正常，安全阀是否启动排汽，炉膛内的燃烧是否正常，用汽部门是否正常用汽，锅炉有无异常声响和异常现象，当班的司炉工人是否在岗位上进行正常操作，司炉工人或其他人员对锅炉受压元件是否触动等。

由于涉及事故责任，有时介绍情况的人会隐瞒真相或谎编情况，所以应当尽可能地多方面了解，进行分析比较，判断真伪。

3. 详细检查和记录事故现场。事故现场是分析事故的主要依据，所以一定要详细检查。由于爆炸后的现场是很乱的，通常以锅炉本体为线索检查，如：锅炉原来安装的位置，爆炸时锅炉飞出的方向和距离，与锅炉本体连接构件的损坏情况，破碎的锅炉本体钢板散落地点，安全附件散落地点及状况，建筑物破坏的情况，伤亡人员的情况，断口的金属情况，等等。

对这些情况应当用摄影、绘图等方法加以记录。

4. 检查锅炉本体破坏情况。锅炉爆炸后，有的本体遭到严重破坏，有的本体上有裂口，在检查本体的破坏情况时，一定要找到首先破裂的缺口，并详细检查其断口的情况，因为断口的表面情况是判断金属破坏性质的主要依据。

5. 收集并鉴定安全附件情况。研究确定锅炉爆炸时安全附件的状况是十分重要的，例如在分析爆炸时是否超压，安全阀和压力表就可能提供重要的线索和证据。同时还应当检查锅炉上的主汽阀、分汽缸的蒸汽阀是否开启，用汽部门当时的用汽情况等。应当注意的是：发生爆炸以后，安全附件本身也受到了破坏，可能原来是好的，炸后失灵了。如压力表指针在鉴定时无压也回不到零位，也可能是爆炸时震坏的。所以对具体情况要作具体分析，不能一概而论。

6. 召集有关人员座谈。调查事故情况可以分头了解，也可召集座谈会，在会上把分散的情况集中起来。参加座谈会的人员不宜太多，有时可召开专业性的，如司炉工人座谈会、技术人员座谈会、管理人员座谈会等。广泛听取各方面人员的介绍，从中找到矛盾焦点，分析事故原因。

7. 查阅有关资料。应当查阅爆炸锅炉的原始资料，如强度计算书、材质证明书、质量合格证明，还要查阅历年检验、修理或改造的记录，特别应当查阅的是近期运行日记及爆炸前司炉工人交接班记录等。

8. 对材料作技术鉴定。如果对爆炸锅炉本体材料有怀疑时，或为了确定本体某元件爆炸时材质的变化情况，应当按有关要求在本体上割取试样作材料的机械性能、化学成分试验，作断口部位电子显微镜和金相分析。割取试样应当在各方面的人员对本体破坏情况都作了详细检查和照相以后进行。割取部位应当由调查组根据破坏情况及试验要求集体研究确定。有条件时，最好委托当地两个权威性的检验机构同时做两三套试验，以便进行比较。

9. 分析研究，作出调查结论。在掌握了大量第一手材料的基础上，按照科学的方法，实事求是地作出结论。关于事故原因的定性，影响到今后能否真正汲取有关的教训，采取针对性的防范措施，而且还牵扯到对人员的处理。所以作结论时要慎重，切忌主观武断。

10. 调查事故中应该注意的几个主要问题：

（1）受压元件的损坏，一般分为两个阶段，首先是金属壁发生塑性变形，然后在变形处出现裂纹，这时受压元件便损坏了。

受压元件有塑性变形这一阶段的存在是非常重要的，这使我们有可能及时发现，并采取补救措施，防止发生突然破坏事故。有时受压元件不发生明显的变形就损坏了。对这些情况必须搞清，从而有利于探索缺陷的性质。

裂纹又分穿晶和晶间裂纹两种。穿晶裂纹是晶粒强度不够所致；晶间裂纹是晶间强度不够所造成的。穿晶裂纹用肉眼能观察到，而晶间裂纹只能用金相检验的办法才能观察到。搞清这两种裂纹也是非常重要的，可以找出发生事故的原因。

有时一条裂纹既有穿晶裂纹，又有晶间裂纹，这常

常是晶间裂纹转化为穿晶裂纹。这种裂纹能用眼睛看到。这是由于晶间裂纹在介质的腐蚀下，使晶粒也损坏了。晶间裂纹不是整条都转化为穿晶裂纹，主要是中间的一段。因为裂纹两端受介质侵蚀时间短，晶粒的损坏轻。为了搞清裂纹性质，要做金相检验。对裂纹端部做金相分析，从而可以判定是穿晶裂纹，还是由晶间裂纹转化为穿晶裂纹。

切取这种试样不准用气割，只能用机械方法，否则金属组织受热后会变化，试样受到热应力也会变为穿晶裂纹。试样直径至少应为ϕ25 mm，通常为ϕ30～ϕ35 mm，并且不能酸洗或者沾水。

(2)受压元件损坏时的壁温。为了查明事故原因，必须弄清壁温在损坏前最高达到多少，温度波动的幅度又有多大。

要查清壁温的高低，首先要了解损坏的受压元件在锅炉上的什么部位，正常温度能达到多少。

其次，判断金属的壁温可以通过观察，研究破口裂纹的金属组织变化，以确定是在AC_3点以上，还是在AC_1点以下，或是在AC_1点至AC_3点之间，并可了解过热时间的长短。

(3)损坏的部位。这里指的是损坏的受压元件在锅炉上的位置和损坏部分在元件上的位置。损坏部位很能说明损坏的原因。

例如，一台KZL4－13型快装锅炉，在炉膛内前部一根水冷壁管爆破。破口处内外壁有氧化铁层，破口附近管径明显变粗，破口边缘锐利，内壁没有水垢。这种爆破，不是由于结垢，也不是由于缺水，可判断为水循环不良所引起。在下集箱的水冷壁入口处有氧化铁层，说明已高温加热了一段时间，而破口处有明显塑性变形，破口尖锐，则说明是一次较短时间的高热破损。这种情况往往是由水处理不当及排污不畅通、水垢堵塞管子入口所造成的。

(4)损坏处附近的金属的机械性能变化和金相组织变化的性质。机械性能的变化，如强度、硬度和冲击韧性发生变化，可以根据其变化的情况和变化的程度，来确定金属损坏的性质和损坏的程度，尤其是冲击韧性。

从金相组织的变化又可知道发生事故时金属温度和对这些金属的冷却方法，借以判定采取正确的解决措施。

在调查分析事故时，可以采取消去法。即列出产生这类事故的各种原因，然后根据损坏的实际情况，各种试验、分析结果，消去不可能的原因，最后就可找到正确的原因。

guolu shigu de yufang

【锅炉事故的预防】 由于锅炉是具有爆炸危险的承压设备，发生事故后危害性极大，故应加强锅炉的设计、制造、安装、使用、检验、修理、改造等各个环节的安全管理和安全监督检查，防患于未然，减少和杜绝锅炉事故的发生。

1. 设计、制造环节 为保证锅炉的设计符合安全、可靠的要求，锅炉制造厂应将设计图样送省级锅炉压力容器安全监察机构审查。主要审查锅炉本体、锅炉范围内管道、安全附件、仪表、锅炉本体内烟道和平台扶梯等。

为防止因粗制滥造而发生的锅炉事故，我国已实行锅炉制造单位许可证制度，故锅炉制造单位必须是已获得制造许可证的单位，且只能生产与许可证级别相符合的锅炉。

在锅炉制造过程中，应满足下列要求：

(1)应建立材料(含焊接材料)的保管，发放制度，并按规定进行材料复验，材料代用时应办理材料代用手续。

(2)焊接锅炉受压元件的焊工，必须按《锅炉压力容器焊工考试规则》进行考试，取得焊工合格证，且只能担任考试合格范围内的焊接工作，并按焊接工艺指导书或焊接工艺卡施焊。

(3)制造时的误差应符合有关技术标准及规程要求。

(4)焊后应按规程进行热处理、无损探伤及水压试验。

(5)锅炉胀管率应符合规程要求。

此外，应对锅炉制造厂进行监督检验，以保证制造质量。

2. 安装环节 锅炉的安装是锅炉制造过程的延续，为加强对锅炉安装质量的管理，对锅炉安装单位实行许可证制度，安装单位应按其许可证级别承担业务。在锅炉安装之前，须将锅炉平面布置图及标明锅炉房与有关建筑距离的图样送交当地锅炉压力容器安全监察机构审批，在安装过程中，应按有关标准施工，在水压试验和总体验收时，应由当地有关部门派员参加。

3. 修理和改造环节 锅炉的修理和改造，涉及到锅炉的设计、制造等方面，修理和改造质量的好坏对安全有很大关系，故对修理、改造单位实行许可证制度。锅炉受压元件的重大修理、改造应有图样和技术方案。施工的技术要求应符合锅炉制造和安装的有关技术标准。对于缺陷严重不能保证安装运行，又无修理价值的锅炉应作报废处理。报废的锅炉不能再作承压设备使用。

4. 检验环节 锅炉在运行过程中由于承压、受热及介质腐蚀而产生的缺陷或原有的缺陷会发展扩大。通过检验可以查出这些缺陷，并采取适当的措施以消除事故隐患。故运行的锅炉每两年应进行一次停炉内

外部检验，新锅炉运行的头两年及实际运行时间超过10年的锅炉每年应进行一次内外部检验，水压试验一般每6年进行一次。此外，移装锅炉投运前，锅炉停运一年以上恢复运行前，受压元件重大修理或改造后均应进行内外部检查。其中受压元件重大修理或改造后还应进行水压试验。根据锅炉的运行情况，对设备安全可靠性有怀疑时也应进行检验。锅炉检验的重点是：

(1)上次检验有缺陷的部位。

(2)锅炉受压元件的内、外表面，特别是在开孔、焊缝、扳边等处应检查有无裂纹、裂口和腐蚀。

(3)管壁有无磨损和腐蚀，特别是处于烟气流速较高及吹灰器吹扫区域的管壁。

(4)锅炉的拉撑以及与被拉元件的结合处有无裂纹、断裂和腐蚀。

(5)胀口是否严密、管端的受胀部分有无环形裂纹。

(6)受压元件有无凹陷、弯曲、鼓包和过热。

(7)锅筒和砖衬接触处有无腐蚀。

(8)受压元件或锅炉构架有无因砖墙或隔火墙损坏而发生过热。

(9)受压元件水侧有无水垢、水渣。

(10)进水管和排污管与锅筒的接口处有无腐蚀、裂纹，排污阀和排污管连接部分是否可靠。

(11)安全附件是否灵敏可靠，水位表、水表柱、安全阀、压力表等与锅炉本体连接的通道有无堵塞。

(12)自动控制、信号系统及仪表是否灵敏可靠。

5. 使用环节　锅炉的使用环节是锅炉设计、制造、安装、检验、修理、改造等中的中心环节，上述各个环节都是为使用环节服务的，每个环节中存在的问题最终都将在使用环节中暴露出来。为此，要重点抓好使用管理环节。

(1)使用锅炉的单位对新装和移装锅炉应办理锅炉使用登记手续，取得《锅炉使用登记证》后才可以投入运行。

(2)从事锅炉操作运行的司炉人员须按《锅炉司炉工人安全技术考核管理办法》取得司炉操作证，并只允许操作符合司炉证类别的锅炉，要严格遵守操作规程和各项规章制度，严禁无证操作、司炉脱岗等，避免司炉人员误判断、误操作。

(3)锅炉房应有岗位责任制、锅炉和锅炉辅机的操作规程、巡回检查制度、设备维修保养制度、交接班制度、水质管理制度、清洁卫生制度和安全保卫制度及各项记录。

(4)锅炉房应有专职或兼职管理人员。

(5)锅炉房应有水处理措施，并应设经过培训合格、取得操作证的水质化验人员。

(6)锅炉使用单位的有关人员及安全监察部门应对锅炉的使用情况进行检查和监督。

总之，要重点抓好锅炉使用环节，带动其他各个环节的工作，改变因使用管理不善、人员素质差、违章操作等原因引起的锅炉事故（占锅炉事故总数的70%～80%）的现状，大幅度降低锅炉事故率，努力做到少出事故、不出事故。

wusun tanshang

【无损探伤】　在锅炉压力容器构件的内部，常常存在着不易发现的缺陷，如焊缝中的未熔合、未焊透、夹渣、气孔、裂纹等。要想知道这些缺陷的位置、大小、性质，对每一台锅炉或压力容器进行破坏性检查是不可能的，为此要用无损探伤方法。即在不破坏结构物的前提下，利用物理方法检查、测量工件或结构物的物理量变化，以推断工件或结构物内部组织状况和缺陷情况。

无损检测的目的是：

1. 改进制造工艺，保证产品质量。

2. 在产品制造过程中，可以提前发现缺陷，避免产品报废，从而节约工时和费用，降低产品制造的成本。

3. 提高产品的可靠性，保证产品的使用安全，避免事故的发生。把无损探伤运用到产品的设计、制造、安装、使用、维修各个环节中，通过一系列的检测，判定设计、原材料、制造工艺和运行的好坏，并找出可能引起破损的因素，随后加以改进，从而提高产品的可靠性。

常用的无损探伤方法有：射线探伤、超声波探伤、磁粉探伤、渗透探伤、涡流探伤五种。另外，还有泄漏检测、声发射检测、应力测试、目视检查等。

射线探伤　利用射线具有穿透金属和其他物质的能力进行检查焊缝质量的方法称为射线探伤。射线探伤的基本原理是投影原理。射线在穿过焊缝金属时，当焊缝金属中存在缺陷（如裂纹、夹渣、气孔、未焊透等）时，射线在金属和缺陷中衰减程度不同，在胶片上感光度也不同。在金属中射线衰减快，在缺陷中射线衰减慢。因此，采用射线探伤可以将焊缝中缺陷的大小、形状和位置判断出来。由于射线探伤是投影原理，这种方法对于体积形缺陷（如夹渣）比较敏感。又由于这种方法可以记录保存，我国锅炉压力容器对此方法较为信任。我国锅炉规程规定，额定蒸汽压力大于或等于0.1 MPa而小于3.8 MPa的锅炉锅筒纵环焊缝、集箱的纵缝和封头的拼接缝，要进行100%射线探伤；大于或等于3.8 MPa的锅炉则，要进行100%超声波探伤加至少25%的射线探伤。

超声波探伤　超声波探伤是利用声波在介质中传播时，遇到不同介质界面具有反射的特性，进行无损检

测的一种方法。由于气体、液体、固体介质弹性差别很大,对超声波的传播影响不同,所以在异质界面上将产生反射、折射和波形转换。当超声波在焊缝传播时,如果焊缝存在缺陷,遇到缺陷的界面便发生反射,被探头接收,在屏幕上形成波形,从而可以判断缺陷的性质、位置和大小。传统的超声波探伤不能将探伤结果记录保存,而且对缺陷的评定依赖人的因素太大,所以目前我国在低压锅炉中基本采用射线探伤。超声波探伤对面积形缺陷(如裂纹、未焊透等)比较敏感。所以,在较厚板中超声波探伤的优点较射线探伤多。一旦超声波探伤仪可以将结果进行记录和保存,超声波探伤应用范围将进一步扩大。

磁粉探伤 磁粉探伤就是利用缺陷处形成的漏磁场来吸引磁粉以显示肉眼难以观察到的缺陷。磁粉探伤首先对被检查焊缝施加外磁场进行磁化,焊缝被磁化后,在焊缝的表面上均匀喷洒颗粒细微的磁粉(磁粉平均粒度为 5 ~ 10 μm)。如被检焊缝近表无缺陷时,磁化后可视为磁导率无变化的均匀体,磁粉在焊缝表面也是均匀分布。当焊缝近表存在缺陷时,缺陷(裂纹、气孔、非金属夹渣物)内含有空气或非金属,其磁导率远远小于焊缝金属的磁导率。由于磁阻的变化,在焊缝表面或近表面的缺陷处产生漏磁场,形成一个小的磁极,磁粉会被小磁极吸引,缺陷处由于堆积较多的磁粉而被显示出来,形成肉眼可以看得到的缺陷图形。焊缝表面或近表缺陷由于其磁导率低而产生漏磁场。当漏磁场强度达到可以吸附磁粉的程度时,就可以观察到焊缝表面或近表缺陷。外加磁场强度大,形成的漏磁场强度也大,磁粉探伤的灵敏度也越高。

磁粉探伤易于发现表面或近表面的缺陷,尤其是裂纹,但缺陷的显现程度与缺陷同磁力线的相对位置有关,当缺陷与磁力线垂直时显现得最清楚;当缺陷与磁力线平行时则不易显现出来。

磁粉探伤在锅炉压力容器制造、安装、检验得到了广泛应用,特别是球罐开罐检查中更是不可缺少的检验方法。

渗透探伤 液体渗透探伤是检查焊缝表面或近表缺陷的一种方法。此方法不受材料的磁性限制,可以用于各种金属与非金属材料、磁性与非磁性材料。液体渗透探伤法是依据物理学中液体对固体的湿润能力和毛细现象为基础的。在进行液体渗透探伤时,首先将被探伤的焊缝表面浸涂具有高度渗透能力的渗透液。由于液体的润湿能力和毛细现象,渗透液便渗入焊缝表面的缺陷中,然后将焊缝外表面的渗透液清洗干净,再涂一层亲和吸附力很强的白色显像剂,将渗入焊缝表面裂纹中的渗透液吸出来,在白色涂层上便显示反映缺陷的形状和位置的鲜明图案。液体渗透探伤按缺陷显示方法不同可分为颜色显示的着色法和荧光显示的荧光法。

着色探伤法是利用染料颜色来显示缺陷,溶于渗透液中的染色物质应有鲜明易见的颜色。荧光显示探伤法是利用荧光物质的发光来显示缺陷的。在探伤中,被吸附在缺陷中的荧光物质,受到紫外线的照射,因吸收光能而达到受激状态,进入不稳定状态,势必从这一不稳定状态回到稳定状态,降低势能,放出光量子,即发出了荧光。

涡流探伤 即用激磁线圈使导电工件内产生涡流,通过检测线圈测量被检物涡流的变化量来进行的工件探伤方法。

涡流探伤的检测线圈按形状可分为穿过式线圈、探头式线圈和插入式线圈三种。穿过式线圈用来检测线材、棒材和管材,它的内径正好套在圆棒和管子上。探头式线圈放在工件表面上做局部检测。插入式线圈也叫内部探头,放在管内和孔内做内壁检测。

涡流探伤适用于由钢铁、有色金属以及石墨等导电材料制成的工件,对玻璃、合成树脂等非导电材料不适用。

它的优点是:

1. 由于探伤结果可以直接用电信号输出,所以可以进行自动化检测。

2. 由于采用非接触方法(探头不与被检工件直接接触),检测速度可以很快。

3. 适用于表面或近表面缺陷检测。

4. 适用范围广,除供探伤外,还能检测材质的变化、尺寸形状的变化等。

声发射检测 用探头探测固体在外加应力的作用下,由于变形或裂纹的萌生、发展而发出的声波,以推断缺陷的位置、大小的方法。

常用的超声波探伤方法是由探头所发出的超声信号遇到缺陷后被反射回来,被接收。缺陷在这个过程中所起的作用只是被动地把超声信号反射回去,而声发射检测是使被检测对象(缺陷)能动地参加到检测过程中,因缺陷产生发展,才有声发射,故声发射检测是一种动态无损探伤方法。根据所发射声波的特点以及引起声发射的外部条件,能够检查发声的地点(缺陷所在部位)以及声发射源的微观结构特点,这种检测方法不但能了解缺陷的目前状态,而且能够了解缺陷的形成过程和在实际使用条件下发展和增大的趋势。

声发射检测按检测探头的数目可分为单通道检测、双通道检测和多通道检测。单通道检测只能检测被检物内有无缺陷存在,不能确定缺陷位置,而双通道检测只能作线性定位,一般用作已知条件焊缝的检测。多通道检测一般是 4 通道、8 通道、16 通道、32 通道声

发射检测，主要用于大型构件的声发射检测，不但可以检测声发射源的存在，还能进行声发射源的定位。

guolu baohu

【锅炉保护】 锅炉在停炉期间如果不保护或保护不妥，将发生氧化腐蚀，缩短锅炉使用寿命，也危及锅炉安全运行。为了防止停炉期间锅炉的氧化腐蚀，就要杜绝氧与金属表面的接触，一是减少锅水中的溶解氧；二是将受热面与空气隔绝。常用的停炉保护方法有：湿法保护、干法保护和气相缓蚀剂保护。

湿法保护 这是一种比较简便的停用锅炉保护方法。停炉时不要将锅水放掉，而是将锅炉充满水。这样，一方面可以防止空气进入锅内，另一方面还可在锅水中加入某种防锈剂，从而达到防止腐蚀的目的。常用的有下列几种湿法保护方法。

1. 保持给水压力法 在锅炉停用期间，把经过除氧处理的给水充满锅炉，关闭全部阀门，防止空气侵入锅内。在停炉保护期间，用给水泵控制锅内压力在0.3 MPa以上，并每天检测一次锅水中的溶解氧。若氧含量超过允许标准时，应当更换锅水。也可将亚硫酸钠随给水送入锅内，维持其过剩量为 5 ~ 10 mg/L，以提高防腐蚀效果。也可以使锅水温度保持在 10℃ 以上，维持锅炉压力稍高于大气压，这样也能防止外界空气侵入锅内，达到防腐蚀的目的。此法简单，保护效果较好，而且中止保护投入运行也很方便，因此较多单位均采用此法作为短期停炉的保护手段。

2. 保持蒸汽压力法 在锅炉停用后，用间断升火的办法保持锅炉蒸汽压力高于大气压力 2 倍左右，以防止空气侵入锅炉的水汽系统。这种方法的优点是保护工作简单，启动方便，能随时投入运行，适用于备用的小型锅炉。缺点是要耗费一定的燃料，而且需设专人经常进行监督和管理。

3. 碱液法 此法是将锅炉充满一定质量浓度的碱液，保持锅水的 pH 值在 10 以上，促使金属表面钝化，造成阳极极化，达到保护锅炉防止腐蚀的目的。这种方法适用于较长时间停用锅炉的保护，其具体做法如下：

(1)锅炉各部阀门应保证严密，与运行系统连接的管路应加装堵板。拆除锅炉玻璃水位计及能与碱接触的全部铜件，以免被碱液腐蚀。

(2)在锅炉最高位置安装一个小型碱液箱，用以补充锅内的碱液损失及保证锅炉被碱液充满。碱液箱的下部与锅炉最高部位接通。

(3)锅炉内水垢和沉渣应在锅炉保护之前尽可能清除掉。

(4)所用的碱剂为氢氧化钠、磷酸钠或氢氧化钠和磷酸钠的混合液。配制时应使用凝结水或软水，不得使用生水。药液的配方参见下表。

锅炉保护用各种药液

药剂名称	碱液浓度(kg/m^3)	
	用凝结水配制	用软化水配制
工业 $NaOH$	2	5 ~ 6
工业 Na_3PO_4	5	10 ~ 12
工业 $NaOH + Na_3PO_4$	1.5 + 0.5	(4 ~ 8) + (1 ~ 2)

(5)配制药液的容器可以利用给水箱配制(例如采暖锅炉停用时即可用水箱或水池配药)，如果容器体积小，可分批配制。

(6)碱液可从锅炉下部联箱的排污阀门及省煤器入口送入，从过热器出口(无过热器时从饱和蒸汽出口)回流至溶液箱。取样检查出、入口碱液浓度，当发现出口碱液浓度低于要求时可用泵循环，并补充所需要的碱量。当锅内碱液浓度符合要求时，停止充碱，调整锅炉顶部的碱箱，保持在一定液面，锅炉即处于保护状态。

(7)保护初期，应当加强系统严密性的检查和碱液箱液位的监督。液位下降时应当进行补充。如果液位下降很快时，应找出原因，消除泄漏。待正常后，每天至少要检查一次，每月测定一次锅内碱液浓度。当碱液浓度低于原注入浓度 5% 时，就要补充碱液以达到所要求的浓度。

(8)锅炉启动前，应当从锅炉底部将碱液排放干净，并进行彻底冲洗。有条件的话，可以将碱液保存下来，以备下次停炉时重复使用。

4. 联氨法 做法是在锅炉内充满联氨(N_2H_4)和氨(NH_3)的混合液。利用氨在水溶液中呈碱性，提高溶液的 pH 值，使金属表面钝化，造成阳极极化，因此金属腐蚀电流急剧降低，从而达到停炉保护的目的。此法也适用于较长时间停用锅炉的保护。具体操作方法如下：

(1)将汽包和联箱内积存的水垢和沉渣预先清除干净。

(2)当锅炉受热面较清洁，并用凝结水配制药液时，联氨的浓度可为 150 ~ 250 mg/L，氨为500 mg/L。如果锅炉受热面较脏，联氨浓度应为 250 ~ 300 mg/L，氨为500 mg/L。

(3)药液注入前，应将锅炉水放尽，除开启锅炉最高点的空气阀和进药阀外，其余的阀门应全部关严，与运行系统连接的管路应加装堵板，拆除各部铜件。

(4)药液一般应先从过热器出口联箱进入，待过热器注满后，再从省煤器排污管打入，使省煤器充满药液，最后从锅炉下联箱的排污管进药，直到充满整个锅炉(空气阀冒水)。

(5)药液充满锅炉后，关闭空气阀，用给水泵顶压，维持锅炉一定的压力或者在锅炉最高位置加装水封箱，使锅炉各部分均充满药液。水封箱的大小，可根据锅炉的水容积决定，不宜太小。

(6)在保护期间,每隔一周左右,应在各取样点分别取样分析联氨和氨的浓度及 pH 值,必要时还应分析铁含量。当浓度不足时,应补加药剂。如锅内各部位药剂浓度不匀,可启动泵进行循环使之均匀。并应加强压力和液位的监督,消除泄漏。

(7)联氨有一定的毒性,操作时应考虑安全措施。当锅炉需要启动、向地沟排放联氨时,也应考虑排放点的安全。

5. 充氮气法　此法是将不活泼的氮气充入锅内,保持一定的压力,防止空气侵入锅内,以达到防止腐蚀的目的。具体操作方法如下:

(1)停炉前将氮气瓶通过减压阀与锅炉顶部的空气阀联通。

(2)停炉后,当汽压降至 0.3 ~ 0.4 MPa时,打入给水至锅炉最高水位,将所有的汽、水阀门关严。

(3)当锅炉汽压降至0.2 MPa左右时先开启氮气瓶和减压阀门,将连通管内空气排出,然后再向锅内充氮,维持锅内压力为 0.15 ~ 0.3 MPa。

(4)如果锅炉压力维持不住,或氮气消耗过大,应设法查漏堵漏。

(5)在停炉保护过程中,要随时注意不能使锅炉压力降至零,否则空气可能侵入锅内,使保护失效。

(6)锅炉再启动时,关闭氮气入口阀,将锅炉内氮气排空,即可开始运行。

此法适合于短期停炉保护,具有操作简单,启动方便,节省投资等优点。

6. 有机药剂法　此法是近年来应用于停用锅炉保护的新方法。所用的药剂有异坏血酸钠或乙醛肟等。这些有机药剂不仅具有较强的还原作用,在低温下可以去除水中的溶解氧,而且还能与铁的高价氧化物作用形成比较稳定的保护膜,所以防止锅炉腐蚀效果十分良好。

干法保护　这种保护方法是在锅炉停用后,将炉水放尽,并保持金属表面干燥,或者充填某种气体,以防止空气的侵入,从而达到停炉保护的目的。常用的干法保护有以下几种。

1. 热炉放水法　此法适用于从运行转入检修的锅炉的保护。利用锅炉停用时的热量,将放水后的锅炉烘干,即排除了腐蚀电池中的电解质,增大电阻控制过程。具体操作方法如下:

(1)锅炉熄火后,停止供水和供汽,此时炉膛和锅水的温度都相当高,等待一段时间,使汽压和水温自然下降。

(2)当锅炉压力下降到较为安全的压力时(根据炉型而定),进行定期排污 1 ~ 1.5 min。排污过程中,锅炉压力仍稍有上升,可开启排汽阀门进行降压。在排汽降压过程中,需向锅内补充给水,保持水位。

(3)直到锅炉压力降至0.1 MPa,排污水温度降至100 ~ 120℃时,开始放水,并开启空气阀,直至锅水放尽为止。

2. 充氨气法　此法系向锅内充入氨气,排挤出内部空气,降低氧的分压,减少金属表面湿润膜中的含氧量。同时,氨溶解在湿润膜中,使水膜呈碱性,对钢铁具有良好的保护作用。对于锅炉局部有少量积水,此法也不会影响防腐蚀的效果,具体操作方法如下:

(1)充氨前,尽可能使锅炉内部干燥,并修好各部阀门,保证严密,与运行系统连接部分应加堵板,拆除各铜质部件。

(2)在锅炉上部安装监视锅内压力的 U 形管水银压力计。必要时,需安装向室外排氨的排空管。

(3)氨比空气轻,应当从锅炉顶部充入,空气自下部排出。为使锅炉各部氨浓度均匀,可以将锅炉分成几个回路,分别充氨,如省煤器、过热器及水冷壁管等。氨自锅炉顶部充入后,先打开最低处阀门(如水冷壁、省煤器等)或最远点阀门(如过热器),排出空气,直至出口有强烈的氨气味后,关闭排气阀,继续充氨升压,至压力达到13.3 kPa为止。

氨蒸发时,要吸收很多热量,因此充氨速度不宜太快(一般为 20 ~ 25 m^3/h),以免管壁产生结霜现象。在充氨过程中,炉膛内应自然通风,以防管壁结霜。

(4)锅内充氨后,应当加强压力的监督,保持锅内压力在6.7 ~ 13.3 kPa范围内,最大不超过26.6 kPa;锅内气体含氨量应在 30% 以上。如发现压力有明显下降时,要找出原因,再进行补氨。压力稳定后,在锅炉下部取样测定氨的浓度,达到要求后方可转入正常维护监督。

(5)对氨气泄漏部位的检查方法可以用湿润的红色石蕊试纸,接近可能有氨泄漏的地方,试纸由红变蓝,则表明该处有泄漏。或者用蘸有浓盐酸的棉球检查,遇泄漏处,会有白烟雾出现。

(6)含有 16% ~25% 氨的空气,遇明火有发生爆炸的危险。因此,在任何情况下,锅内的氨气不得向室内排放。在充氨的锅炉或贮存液态氨的容器周围10 m内,严禁明火作业。

(7)执行充氨操作的工作人员,应当熟知有关的安全规定,工作时除佩戴一般劳保用品外,尚需戴防毒面具,注意防止由于氨气泄漏引起的中毒。

此法对停用锅炉具有良好的保护作用,但保安条件要求严格,因而仅适用长期停用的锅炉。

3. 干燥剂法　此法是使锅内金属表面充分干燥,在任何部位都没有电解质溶液存留,从而达到防止腐蚀的目的。其操作方法如下:

(1)与热炉放水烘干法相同,使锅内金属表面保持干燥,并消除沉积在锅炉水汽系统内的水垢和水渣。

(2)按锅炉容积计算向锅内放置干燥剂。常用的干燥剂及用量列表如下:

常用的干燥剂及用量

干　燥　剂	用量(kg/m³)	粒度(mm)
工业无水氯化钙	1～2	10～15
生石灰	2～3	10～30
硅　胶	1～2	筛除1 mm以下的碎粒

干燥剂应放在特制的小铁盘内,因氯化钙或生石灰吸潮后变稀,难以取出,但硅胶可装入布袋中。按照预定的布点,分别放入汽包及各联箱内。

(3)干燥剂放入锅内后,应立即封闭汽包和联箱,关严各部阀门,使锅内与外界隔绝,以提高保护效果。

(4)应定期检查保护情况。干燥剂失效后应及时更换。检查时间的间隔保护初期应短一些,以后可以适当延长。

该法操作简单安全,管理方便,适合较长时期停用锅炉的保护。

4. 涂料法　此法是在锅炉内部刷上一层防腐涂料,使金属表面与外部腐蚀性介质隔绝,以达到防止腐蚀的目的。其操作方法如下:

(1)锅炉停用时,清除锅内的水垢和水渣,用小火将锅内烘干。

(2)防腐涂料配制方法　将黑铅粉和机油按1∶2的配比调和均匀。黑铅粉的主要成分为炭黑和滑石粉。机油用40号或50号均可。

(3)涂刷方法　锅内凡能接近的部位,都要均匀涂覆。炉管及联箱等不易接近的部位,可用钢丝缠上棉纱蘸取涂料往复牵拉的方法涂覆。

(4)锅炉启动　如对蒸汽品质有一定要求时,可以采用碱煮法,即每吨水中加5～8 kg磷酸钠或碳酸钠,煮沸8～10 h,然后将锅水排掉;对蒸汽品质无要求的采暖锅炉,则不必煮炉,可直接启动运行。

此法具有经济、简单、防腐效果好等优点,适用于长期停炉保护。我国北方地区有些采暖锅炉,在夏季停用时采用此法保护。

气相缓蚀剂保护

1. 气相缓蚀剂保护原理

气相缓蚀剂是近年来应用于锅炉防腐的新型药剂,主要有无机的铵盐类和有机的胺类,如碳酸铵、碳酸氢铵、磷酸氢二铵、尿素、乌洛托品和碳酸环已胺等。无机铵盐对钢铁之所以有缓蚀作用,是由于在一定的条件下能够分解放出氨气的缘故。

有机胺类保护机理是由于它们在较低的温度下容易气化,气化的分子冷凝在金属表面以后,发生水解或解离,生成缓蚀基团而起到防腐蚀作用。

由于缓蚀剂的分子结构不同,解离后的产物也不相同。

有机胺分子可以水解和解离成有机阳离子、氢氧根离子以及亚硝酸根离子。有机阳离子中的氮与金属以配位键相结合,吸附在金属表面上,从而降低金属反应能力。氢氧根离子和亚硝酸根离子能维持金属表面的钝化状态。

2. 气相缓蚀剂的选择及投加

(1)采用碳酸环已胺作为停用锅炉保护剂时,可以将白色粉末状的碳酸环已胺用加热鼓风的方法送入锅内。当锅炉顶部排气的pH值达到10左右时即可停止加药,并将锅炉密封。或者将粉剂放入锅内,药剂用量一般为50～100 g/m³,密封锅炉后,用热风加热使之扩散到锅炉各部。如果锅炉密闭良好的话,保护期可达3个月左右。

碳酸环已胺容易挥发,是一种比较有效的气相缓蚀剂,但由于气味难闻,限制了它的使用。

(2)苯甲酸铵与乌洛托品可以代替碳酸环己胺,用作停炉保护的气相缓蚀剂。它没有明显的毒害作用,气味也较好闻些,经实验证明,可以用于长期停用锅炉的保护。

(3)胺类气相缓蚀剂对铜有一定的侵蚀作用,对于有铜部件的锅炉可以采用混合气相缓蚀剂,配方为:乌洛托品∶苯并三氮唑∶碳酸环已胺＝3∶2∶7(质量比)。这种混合气相缓蚀剂不仅对锅炉有缓蚀作用,而且对铜也有较好的缓蚀作用。

停炉保护方法的选择　停用锅炉的保护,应当根据锅炉的结构、停用时间、各种方法的效果和应用条件来选择适当的保护方法。对于工业锅炉,通常是根据停炉时间的长短来选择保护方法(见下表)的。

停炉保护方法的选择

停炉时间	保护方法	备　注
1周以内(不检修)	保持蒸汽压力法	要保证锅内蒸汽压力高于大气压力,如有降低,应点火升压
1周以内(作检修)	热炉放水法	检修后,如不能及时投运,应采取相应的防腐蚀措施
1周～1个月	(1)保持给水压力法 (2)充氮气法	锅内温度最好保持在10℃以上,不能低于零度,以免冻坏设备
1～3个月	(1)碱液法 (2)保持给水压力投加亚硫酸钠法	锅内温度最好保持在10℃以上,不能低于零度,以免冻坏设备
3个月以上	(1)干燥剂法 (2)充氮气法 (3)气相缓蚀剂法 (4)涂料法 (5)有机药剂法	根据实际条件任选其中一种方法 除涂料法以外,其他方法应设专人负责监督

guolu jianyan

【锅炉检验】 通常所说的锅炉检验是指运行锅炉的检验。即依据《蒸汽锅炉安全技术监察规程》等法规，由经过考核的专职或兼职锅炉检验技术人员对锅炉的安全状况进行必要的检查和试验。

广义的锅炉检验是指对锅炉设计、制造、安装、运行、维修等各个环节的检查、监督、试验，目的在于消除这些环节中出现的不利于锅炉安全运行的因素，可靠地保证锅炉安全。

运行锅炉检验的目的是为了及时查清锅炉设备的安全技术状况，及时发现锅炉设备的缺陷和隐患，为锅炉修理提出合理的意见和方案，以避免事故，保证锅炉的长期安全运行。

进行锅炉检验是人们通过长期社会实践，接受了多次血的教训才懂得的。由于锅炉工作条件异常恶劣，即使是设计结构合理、制造质量优良的锅炉，在运行过程中也会产生各式各样的缺陷，更不要说设计、制造中存在问题的锅炉了。在运行过程和运行间隙中进行检验，发现各种缺陷并将之消除，是维护锅炉安全运行最直接、最有效的手段。

运行锅炉检验的内容 运行锅炉的检验包括外部检验、停炉内、外部检验及水压试验等项目。

1. 外部检验 外部检验指对运行中锅炉进行不定期检验。由于锅炉在运行中，外部检验只能检验锅炉的附件、辅机及本体的某些可见部分，无法检验锅炉内部。但外部检验可以随时进行，简单方便，能够发现锅炉外部系统中比较明显的缺陷和毛病。对小型锅壳式锅炉来说，也能检查发现锅壳上的某些缺陷，因而对保证锅炉安全具有重要意义。

外部检查的主要内容是：

(1)安全附件是否齐全、灵敏、可靠，安全附件的装设是否符合有关法规要求。检查中，必要时可以检验压力表，进行安全阀排汽试验；

(2)辅助设备(风机、水泵等)运转是否正常；

(3)自控设备、信号系统及各种仪表是否灵敏可靠；

(4)锅炉各类门孔是否严密，有无渗漏和腐蚀；

(5)锅炉可见部位的焊缝、铆缝是否严密；

(6)置于燃烧室内而可以观察到的锅壳(或锅筒)壁，水冷壁是否正常，有无变形和其他异常；

(7)锅壳式锅炉的炉胆有无凹陷和其他异常；

(8)燃烧是否正常稳定，烟囱是否冒黑烟；

(9)锅炉炉墙、构架、平台楼梯等是否完好；

(10)水处理设备运行是否正常；

(11)锅炉房的设置是否符合有关法规要求，管理是否正常良好。

2. 内、外部检验 对运行锅炉来说，内外部检验是定期停炉全面检验，简称定期检验。工业锅炉一般每两年应进行一次，新锅炉运行的头两年及实际运行时间超过10年的锅炉，汽改水的卧式锅壳式锅炉，每年应进行一次。发电锅炉按电力部门有关规定进行内外部检验，通常每两年进行一次。

除了运行锅炉定期进行内外部检验外，下列情况的锅炉也应进行内、外部检验：

(1)移装或停止运行一年以上，需要投入或恢复运行者；

(2)受压元件经过重大修理或改造者；

(3)根据锅炉运行情况，对设备状态有怀疑，必须进行检验者。

内、外部检验的重点部位和内容是：

(1)上次检验有缺陷的部位；

(2)锅炉受压元件的内、外表面，特别是在开孔、铆缝、焊缝、扳边等处有无裂纹、裂口和腐蚀；

(3)管壁有无磨损和腐蚀，特别是处于烟气流速较高及吸灰器作用附近的管壁；

(4)铆缝是否严密，有无苛性脆化；

(5)胀口是否严密，管端的受胀部分有无环形裂纹；

(6)锅炉的拉撑以及与被拉元件的结合处有无断裂和腐蚀；

(7)受压元件有无凹陷、弯曲、鼓包和过热。

(8)锅筒和衬砖接触处有无腐蚀；

(9)受压元件或锅炉构架有无因炉墙或隔火墙损坏而发生过热；

(10)给水管和排污管与锅炉的接口处有无腐蚀、裂纹，排污阀和排污管连接部分是否牢靠；

(11)安全附件是否正常、可靠，通向水位计、低水位自动灭火、安全阀、压力表等开孔是否有堵塞；

(12)自动控制、信号系统及仪表是否灵敏可靠。

3. 水压试验 运行中锅炉作为检验内容的水压试验，通常每6年进行一次。对新装、迁装、停用一年以上需要恢复运行的锅炉及受压元件经过重大修理的锅炉，也应进行水压试验。

水压试验的压力、方法步骤、合格标准等与锅炉制造中水压试验相同。

检验方法及手段 锅炉检验最常见的方法是宏观上的常规检验，即凭借检验人员的视、听、触等感官及简单的检验工具，检查发现锅炉元件上的宏观缺陷，这种方法比较简单，但难于发现元件内部缺陷，检验结果在很大程度上取决于检验人员的经验。为了可靠、准确地确定缺陷，在常规检验的基础上，还常常进行无损探伤检验和必要的机械性能试验、金相试验。

1. 常规检验

(1)外观检查 用肉眼或借助于低倍放大镜观察

元件内、外表面,以发现表面宏观缺陷。

(2)锤击检查　用小锤轻击被检查元件表面,根据锤声和小锤弹跳情况判别有无缺陷。如果锤声清脆单纯,小锤弹跳良好,表明元件被击部位情况正常;如果锤声沉闷、混浊、破碎、小锤弹性差,则表明被击部位可能有裂纹、夹渣、重皮、分层等缺陷,或者结垢严重,螺栓、铆钉等连接件有松动,需要进一步检查判断。

(3)灯光检查　用手电筒的亮光,使光束与被检表面成一较小角度并沿金属表面前进,可检查发现元件腐蚀、变形及粗大裂纹。

(4)拉线检查　可以检查元件变形的程度。

(5)样板检查　预先按照元件的结构形状和尺寸做成样板,检查元件在运行后的形状、尺寸变化,可以发现和大致判断元件变形的程度。如过热器管子的蠕胀程度通常就是用样板检查的。

(6)钻孔检查及测厚　钻孔可以用来判断被腐蚀金属的残余厚度;在裂纹部位钻孔,可以检查裂纹的深度和走向。由于钻孔是一种破坏性检查,给元件造成贯穿性缺陷,且近年来又有了先进而简便的测厚方法,所以目前已很少用钻孔的方法检查元件的厚度,而是用超声波测厚仪测量元件厚度。

2. 无损探伤　在检验中常用的无损探伤手段是射线探伤、超声波探伤、磁粉探伤、着色探伤和荧光探伤等。

X射线或超声波探伤用于检查焊缝部位及元件上有内部缺陷的可疑部位,以发现和确定内部缺陷,或者确定表面缺陷的深度和走向。

磁粉探伤、着色探伤和荧光探伤都适于检查表面裂纹。元件上的裂纹易于出现在扳边圆弧、转角、孔边、角焊缝等部位。对这些部位采用射线探伤和超声波探伤十分困难,而用磁粉探伤、着色探伤及荧光探伤就比较方便。

3. 机械性能试验和金相试验　在锅炉检验中,一般不进行机械试验。

当元件材质不明,无法确定材料的机械强度和其他机械性能时,可以取样进行机械性能试验。

当怀疑或者已经确定元件的缺陷伴随有组织变化时,如因过热引起严重变形,苛性脆性造成晶间腐蚀,长期高温造成金属石墨化或热脆,在检验时可做必要的机械性能试验和金相试验。

检验中的安全问题　锅炉检验是一件十分艰苦的工作,检验的目的是为了保证锅炉安全,检验过程中也应注意安全。

需要注意的安全要点是:

1. 将被检锅炉与其他运行锅炉可靠地隔绝。当两台或几台锅炉共用一个供汽管道、一个排烟烟道时,如要检验其中一台锅炉,在将该锅炉停运后,还应采取可靠措施使被检锅炉与共同的水、汽、风、烟道完全隔断。

2. 使被检锅炉按正常停炉程序,停炉、降压、降温,充分冷却并将余水全部排除,将元件表面的灰尘和水垢清除干净。

3. 检验前,向被检锅炉、锅壳或其他元件内部、水管锅炉炉膛内部,充分通风,吹除积存于其中的可燃性气体、CO_2 或其他气体,对长期停用的锅炉及刚刚停用的锅炉,更须特别注意通风。

4. 在锅筒和潮湿的烟道内检查时,最好用手电筒照明。如用电灯照明,照明电压不得超过12V;在比较干燥的烟道内,而且有妥善的安全措施,可采用不高于36V的照明电压。禁止使用明火照明。

5. 到锅筒(锅壳)内进行检验时,锅筒外应有人监护。

suanfushi

【酸腐蚀】　酸腐蚀主要是析氢腐蚀。在锅炉系统中,这种腐蚀经常发生在下列部位:

1. 给水系统　给水系统运行中,由于二氧化碳的大量存在,会引起强烈的酸腐蚀。特别是经过H—Na离子交换或钠离子交换加酸处理的给水,pH值经常在7以下,这种腐蚀将更为严重。

2. 锅炉内部　当锅水氯化镁含量较高时,在锅内高温(180 ℃以上)下,容易发生水解反应而生成酸,其反应式如下:

$$MgCl_2 + 2H_2O = Mg(OH)_2 \downarrow + 2HCl \quad (1)$$

生成的盐酸是一种强酸,它既能破坏金属表面氧化膜,又能溶解铁,其反应式是:

$$Fe_3O_4 + 8HCl = FeCl_2 + 2FeCl_3 + 4H_2O \quad (2)$$

$$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2 \uparrow \quad (3)$$

在锅水pH值较低情况下,由式(2)和式(3)所示的腐蚀反应生成的铁的氯化物,又可能与氢氧化镁作用再次生成氯化镁,氯化镁又水解成盐酸而引起铁的腐蚀。如此反复循环下去,使铁不断地遭到酸腐蚀。但当锅水的pH值较高时,氯化镁即可生成难溶的氢氧化镁,而不易发生水解生成盐酸。

$$Mg(OH)_2 + FeCl_2 = MgCl_2 + Fe(OH)_2$$

3. 回水系统　当给水含有较多的 HCO_3^- 碱度进入锅内时,会受热分解,生成大量的二氧化碳:

$$2HCO_3^- = CO_3^{2-} + CO_2 \uparrow + H_2O$$

二氧化碳被蒸汽带走,当蒸汽凝结时,它随之溶解在凝结水中。因凝结水是纯度很高的水,对酸、碱的缓冲能力很差,只要溶解少量的二氧化碳,就能使这种水的pH值明显地降低。所以,回水系统很容易受到酸腐蚀,尤其是在含有溶解氧时,这两种腐蚀相互促进,对金属腐蚀就将更为严重。

酸腐蚀的特征大多是均匀腐蚀,这种腐蚀虽然对

金属的强度破坏不大，但溶解铁量较多，使给水大量带铁，容易在锅内形成铁垢及产生垢下腐蚀。

yangfushi

【氧腐蚀】 氧腐蚀是一种电化学腐蚀。由于金属和与电解质互相作用，引起电流自金属的一部分流向另一部分，导致金属破坏，这种现象称为电化学腐蚀。锅水中常有些物质不断从阴极吸引电子，从而使阳极不断有电子向阴极流动，而阳极上的铁离子不断移入锅水，腐蚀不断加剧。这种现象称为去极化。凡是吸收阴极表面电子，产生去极化现象，加剧腐蚀的物质称为去极化剂。锅水中的溶解氧就是去极化剂，所以氧腐蚀是锅炉安全工作中一个很重要的问题，特别是小容量的低压锅炉尤为重要。氧腐蚀主要发生在给水管和省煤器的入口端。为了防止和减弱氧腐蚀，锅炉水质标准对锅炉给水的溶解氧做了明确的规定。如果锅炉给水含氧量超过规定值，应进行除氧处理。低压锅炉水质标准规定，蒸发量≥6 t/h或热功率≥4.2 MW时必须除氧。

gouxia fushi

【垢下腐蚀】 当锅炉受热面上结有水垢或有沉积水渣时，在水垢或水渣下形成的腐蚀称为垢下腐蚀。垢下腐蚀可能是碱性腐蚀，也可能是酸性腐蚀。主要取决于锅水中所含的物质以及锅水的 pH 值。

碱腐蚀是指锅炉受热面表面有沉积物时，由于沉积物的传热性能比受热面金属差得多，沉积物下面的金属壁温升高，沉积物与金属之间的锅水浓缩，且不易与沉积物之外的锅水均匀混合。当锅水中含有游离的氢氧化钠（NaOH），且锅水的 pH 值大于 13 时，金属壁的氧化保护膜被 NaOH 溶解，电化学腐蚀加剧，这就是碱腐蚀。碱腐蚀的腐蚀物是白色的碳酸钠，它是氢氧化钠与空气中二氧化碳接触后的生成物。

酸腐蚀是指锅水中含有氯化镁（$MgCl_2$）和氯化钙（$CaCl_2$）时，在沉积物下的氯化镁、氯化钙与锅水发生反应形成氢氧化镁和氢氧化钙以及盐酸（HCl），使 pH 值下降，对钢材形成酸腐蚀。如果金属表面有坚硬、致密的水垢存在，氢不能扩散到汽、水混合物中，则渗入钢材与碳钢中的碳化铁（渗碳体）发生反应，结果造成钢材脱碳，同时使金相组织发生变化，会形成微小晶间裂纹。

为了防止产生垢下腐蚀，一是要避免金属表面形成沉积物；二是要避免产生铁的腐蚀物，要进行水质处理和合理排污，新锅炉投入运行前，要清理内部并进行化学煮炉。

yingli fushi

【应力腐蚀】 锅炉受压元件在腐蚀介质和应力的作用下所引起的损坏称为应力腐蚀，其表现的形式是腐蚀与裂纹同时出现。应力腐蚀属于电化学腐蚀，一般从金属表面应力集中缺陷处或电化学腐蚀的狭长沟处开始，在拉应力的作用下，腐蚀不断向深处发展，裂纹也不断向深处发展，由于裂纹尖端处的应力很高，腐蚀又是大面积的阴极和小面积的阳极组合，因此腐蚀裂纹扩展速度很快。应力腐蚀裂纹的宏观特征为裂纹基本上与应力方向垂直；微观特征为裂纹可能是沿晶间或穿晶，也可能是沿晶间和穿晶的混合型。这与材料、腐蚀介质、温度、应力等因素有关。应力腐蚀裂纹断口宏观形态为脆性断裂，没有塑性变形的痕迹，断口表面失去金属光泽，有时可以看到腐蚀的痕迹和产物，腐蚀产物一般呈灰黑色。常见的应力腐蚀有苛性脆化和腐蚀疲劳。

kexing cuihua

【苛性脆化】 苛性脆化是金属一种特殊的腐蚀形式。由于引起这种腐蚀的主要因素是水中的苛性钠，使受腐蚀的金属发生脆化，因而称为苛性脆化。又因为这种腐蚀是沿晶间发生裂纹，也称晶间腐蚀。实践证明，锅炉发生苛性脆化必须同时具备三个条件：一是锅水中氢氧化钠（NaOH）的质量浓度必须达到一定值，水质标准和锅炉规程都规定，为了防止发生苛性脆化，锅水的相对碱度不应超过 0.2；二是锅炉受压件间存在间隙，有锅水局部浓缩的条件，如胀接和铆接处，都易造成锅水局部浓缩；三是发生苛性脆化的部位必须有大于材料屈服限的应力，在胀接和铆接处这些条件均具备。因此，采取胀接或铆接（现在已不再用了）易发生苛性脆化。在我国锅炉安全史上，因苛性脆化发生过几次严重锅炉爆炸事故。如 1955 年天津棉纺厂锅炉爆炸事故、1973 年内蒙某电厂锅炉爆炸事故均是由苛性脆化引起的。

苛性脆化的危险性在于这种腐蚀发生的初期不易发现，不形成溃疡点，也不使金属变薄。当一旦有这种腐蚀时，金属很快遭到破坏。当察觉发生裂纹时，金属损伤已经达到严重程度，而金属的机械性能（如塑性、抗拉强度等）一般不发生任何变化。

fushi pilao

【腐蚀疲劳】 指金属受腐蚀介质和交变应力或脉动应力的联合作用而引起的破坏现象。

腐蚀疲劳又称为交变应力腐蚀。在交变应力，如热应力或弯曲应力的作用下，金属晶格间产生滑移，破坏了金属表面的保护膜。由于电化学腐蚀，在滑移处产生微观腐蚀，微观腐蚀在交变应力作用下，发展成裂纹。裂纹在交变应力和裂纹尖端阳极溶解过程共同作用下，不断发展。腐蚀疲劳裂纹的特征是，在宏观上裂纹常常成群地、丛状地垂直于应力方向分布；微观上裂纹多是穿晶分布，不分枝或很少分枝。当应力较小，以腐蚀作用为主时，裂纹端部多呈圆钝状；反之则端部略尖。腐蚀性热疲劳损坏，一般产生的裂纹不大，很少发

生爆破；在断口上既有腐蚀破坏特征，又有疲劳破坏特征。因此，断口上有腐蚀产物、腐蚀坑、腐蚀沟、槽式台阶以及疲劳弧带、疲劳沟纹、疲劳台阶等。疲劳断口粗糙，没有收缩减薄现象。为了防止腐蚀疲劳，主要应消除或减小附加应力，采取合理的结构，减小温度剧变等。

guolu de liufushi

【锅炉的硫腐蚀】 指烟气中的水蒸气和硫燃烧后生成的三氧化硫结合成的硫酸对锅炉的腐蚀。

最常见的硫腐蚀是发生在锅炉尾部受热面上的低温硫腐蚀。

低温硫腐蚀常发生在空气预热器的冷端及给水温度低的省煤器中。在受热面的温度低于烟气的露点时，烟气中的水蒸气和硫燃烧后生成的三氧化硫结合成的硫酸会凝结在受热面上，严重地腐蚀受热面并造成"堵灰"。

当烟气中只含水蒸气而不含三氧化硫时，烟气露点实际上指的是烟气中水蒸气露点，即烟气中水蒸气的结露(凝结)温度。这个温度与烟气中所含水蒸气的分压有关。水蒸气分压越高，露点温度也越高。不同燃料燃烧生成烟气的水蒸气露点大致如下表所示。

烟气的水蒸气露点

燃　料	烟气中水蒸气分压力(MPa)	水蒸气露点(℃)
褐　煤	0.012 4	50
烟　煤	0.009 0	43
无烟煤	0.003 2	25
重　油	0.009 5	45

由上表可以看出，烟气中水蒸气露点温度不超过50 ℃，比锅炉的排烟温度低得多，因而单纯的水蒸气是很难在受热面上结露的。

烟气中如果有三氧化硫，情况就大不相同了。

燃料中硫燃烧后，生成二氧化硫。在过量空气系数较大，过量氧气较多而温度又不太高的条件下，少量二氧化硫继续氧化生成三氧化硫：

$$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 + 191.8(\text{kJ/mol})$$

这个反应是个可逆的放热反应，在温度高、氧量少的情况下很难进行；即使温度不高，供氧充足，生成的三氧化硫也很有限。国内外实测数据表明，三氧化硫转化率〔烟气中 SO_3 体积/(SO_3+SO_2)体积〕对链条炉为1%～2%；对抛煤机炉为0.5%～1.5%；对煤粉炉为0.5%～1%；对燃油炉为0.5%～2%。烟气中的二氧化硫对受热面没有明显的腐蚀作用。三氧化硫的含量虽然很小，但它能与烟气中的水蒸气结合成硫酸蒸气，会显著地提高烟气的露点温度。只要有极少量的硫酸蒸气存在，烟气的露点(酸露点)就会提高到100 ℃以上。露点温度的提高意味着硫酸蒸气遇到温度较高的壁面就可能结露，酸露不仅腐蚀金属壁面，而且会使烟气中的灰分凝结在金属壁面上，灰分越积越多，最后堵塞烟气通道。

为了避免低温硫腐蚀，可采用下列技术措施：

1. 用热空气或蒸汽加热冷空气，提高空气预热器入口的空气温度，从而提高预热器壁面温度使之高于露点温度。

2. 采用低氧燃烧方式，减少 SO_3 的生成量。

3. 采用玻璃、陶瓷等的耐腐蚀材料来制造冷端空气预热器。

除了低温硫腐蚀外，还有高温硫腐蚀。

高温硫腐蚀是指烟气中所含碱金属的复合硫酸盐以液态在过热器等高温受热面上沉积所造成的腐蚀。它是一种汽侧的腐蚀，和所用燃料有关。燃油中的钒、钠和硫，煤中的碱性化合物及磷酸盐等挥发后凝结在较冷的金属上，与二氧化硫或三氧化硫作用而成为硫酸盐粘在金属面上造成腐蚀。一般采用加入氧化镁、白云石、钙、铝、硅等添加物的方法，造成高熔点的化合物，以防止其沉积。

yangnongcha fushi

【氧浓差腐蚀】 当锅炉停用时，积留在锅炉联箱、汽包及炉管低凹处的水，由于水的表层接触大气，溶解氧的浓度大，而较深层溶解氧的浓度相对地较小，这就在同一金属表面出现不同的电极电位，氧浓度大的区域电位高，为阴极，氧浓度小的区域电位低，为阳极，从而造成腐蚀，这就是通常所说的水线腐蚀。因为水线腐蚀是由氧浓度差引起的，所以把这类腐蚀称为氧浓差腐蚀。

氧浓差腐蚀表现更为严重的是，当金属表面一旦出现这类腐蚀产物时，由于这些产物比较疏松，并且不是连续覆盖在金属表面上，这就造成了腐蚀产物下面与腐蚀产物边缘溶氧浓度不均匀，因腐蚀产物阻止了氧的扩散，在其下部形成了缺氧的阳极区，在其边缘形成了富氧的阴极区，进而发生氧浓差腐蚀。结果是阳极区的坑愈来愈深，阴极区的腐蚀产物愈积愈多，这样，在金属表面上出现疏密不匀、高低不等的鼓包。鼓包的颜色由于铁的氧化物成分不同，由黄褐色到砖红色不等。表层下面的腐蚀产物为 Fe_3O_4 黑色粉末。如果将这些腐蚀产物除掉，便呈现出一个个的腐蚀坑。

当汽包或联箱内沉积有水渣，在锅炉停用时，由于这些地方容易积存水分和吸收潮气，同样会造成氧浓差腐蚀，所以这些地方要比其他部位腐蚀严重得多。

kongqi yureqi sunhuai

【空气预热器损坏】 空气预热器遭到损坏后，烟气中混入大量空气，锅炉负荷明显降低。引风机负荷增大，排烟温度下降。送风量严重不足，燃烧工况突

变,甚至不能维持燃烧。

造成空气预热器损坏的原因有以下几点:

1. 由于烟气温度低于露点,使管壁产生酸性腐蚀。

2. 长期受飞灰磨损,管壁逐渐减薄。

3. 烟道内可燃气体或积炭在空气预热器处二次燃烧,或者管子积灰严重,管束受热不均匀,造成局部过热烧坏。

4. 材质不良,如耐腐蚀和耐磨性能差。

空气预热器遭到损坏,应采取下列措施及时处理:

1. 如管子损坏不严重,又不致使事故扩大,可维持短时间运行。如有旁路烟道,应立即启用,然后关闭主烟道挡板,待备用锅炉投入运行后再停炉检修。

2. 如管子严重损坏,炉膛温度过低,难以继续运行,应紧急停炉。

3. 锅炉在隔绝有故障空气预热器的情况下运行时,排烟温度不应超过引风机铭牌的规定,否则应降低负荷运行。

guolu yongshui

【锅炉用水】 锅炉用水有以下几种。

1. 原水,又称生水,是未经任何净化处理的天然水。

2. 补给水,经过各种方法净化处理后,用来补充锅炉汽水损失的水,称为锅炉补给水。根据净化处理方法不同,补给水又有不同的名称:去除原水中悬浮杂质的水称为清水(自来水即属清水);去除水中钙、镁离子的水,称为软化水;去除水中全部阴、阳离子的水,称为除盐水或纯水。对于采用锅内加药处理的低压锅炉,补给水为清水;而采用锅外化学处理时,补给水是软化水;只有高压以上的锅炉补给水才采用除盐水。

3. 凝结水,是蒸汽经生产设备或采暖设备进行热交换冷凝后的水。

热水锅炉的热水经热交换后返回的水又称为循环水。如果供热系统清洁,且没有外界杂质侵入污染时,凝结水的水质就近似于蒸馏水。由于这部分水的水量大(几乎占锅炉给水量的90%以上),水质纯净,水温较高,所以应注意管理,避免污染,要最大限度地回收利用。这样,不仅可以提高锅炉给水的水质,减少补给水处理的工作量,而且还可以降低能耗。但凝结水(或循环水)已被严重污染时,就不能再回收利用了。

4. 供给锅炉工作的水称为锅炉给水,简称给水。低压锅炉的给水通常是由凝结水(或循环水)和补给水两部分组成的。当凝结水(或循环水)污染严重不能回收利用时,补给水即成为给水。

由于给水是直接进入锅内的水,所以对给水的水质监督是十分重要的。在国家标准《低压锅炉水质标准》中,根据不同的炉型和燃烧方式,对给水水质有明确的规定。

5. 锅水指在锅炉内受热的沸腾的水。对于蒸汽锅炉,除下降管中的水以外,其他系统的锅水几乎都是汽水混合状态。所以,锅水要符合《低压锅炉水质标准》。

6. 在锅水水质指标超过《低压锅炉水质标准》时,需从锅炉中排掉一部分水,补以新鲜的给水,这种排掉的锅水称为排污水。排污水量取决于锅水水质的变化情况。排污量过大,造成锅炉热损失增大;但排污量小或不排污,则会造成结垢和蒸汽品质恶化。

huaxue qingxi guolu shouremian

【化学清洗锅炉受热面】 由于水质处理不彻底或水质控制不严,锅炉运行一段时间后,会在锅炉受热面上结成水垢。锅炉在结垢下运行,不但浪费燃料,而且危及锅炉安全运行。在这种情况下,应清除水垢。其中化学清洗是常用的方法。化学清洗包括碱法和酸法。

碱法包括碱煮法和纯碱—栲胶法。碱煮法适用于清除钙、镁的硫酸盐水垢,以及钙、镁的硫酸盐与硅酸盐混合水垢。碱煮可以使水垢松软,易于机械清除,因此,当采用机械除垢前先用碱煮,可以提高除垢效果。对于使用非碳酸盐硬度较高的水质,主要是锅水碱度偏低而引起结垢,当锅炉在运行时保持锅水总碱度在20~22 mmol/L范围内,即可控制水垢的生成。纯碱—栲胶法适用于结有碳酸盐水垢的小型锅壳式锅炉。此法除垢主要是栲胶中的单宁在起作用。单宁可以渗透到水垢与锅炉金属结合处,在金属表面上形成单宁酸铁保护膜,破坏了水垢与金属之间的粘结,促使水垢脱落并延缓新水垢的生成。

当锅炉受热面结有水垢而影响锅炉安全运行时,进行酸洗是常用的方法,其酸主要是盐酸,因硫酸浓度较高而又缺少有效的缓蚀剂,酸洗时很少采用。由于酸对金属具有腐蚀作用,所以锅炉进行酸洗时必须加入一定量的缓蚀剂以缓解酸的腐蚀作用。缓蚀剂与金属表面或与溶液中某些离子发生反应后的生成物覆盖在金属表面上,使金属处于钝化状态,从而抑制了金属的腐蚀。

按照我国《低压锅炉清洗规则》规定,锅炉化学清洗专业单位应具备相应条件,并经省级及以上安全监察机构资格认可。

jianxi

【碱洗】 碱洗就是用碱溶液对锅炉进行清洗,通常在以下三种情况时需进行碱洗。

1. 新炉碱洗　新安装的锅炉在投入使用前,首先要进行碱洗,以清除锅炉在制造和安装过程中由制造厂涂覆在内部的防锈剂及安装时沾染的油污等附着物。这类油脂在锅炉运行时容易使锅水起泡沫。碱洗

还可以除去锅炉的腐蚀产物，以消除或减少锅炉运行时产生腐蚀或结垢的诱因。

2. 酸洗前的碱洗　因为油脂成分妨碍酸洗过程中清洗液与水垢的接触，所以酸洗前用碱洗去除锅炉内部的油脂和部分硅化物，改善被清洗表面的润湿性和松动某些致密的垢层，给下一步酸洗创造有利条件。

3. 垢类转化碱洗　对于不能用酸洗除掉的硬质水垢（如硫酸盐垢、硅酸盐垢等），通过在较高温度下，与碱液作用发生转化反应，使老垢疏松或脱落。

在对锅炉进行碱洗时，根据锅内碱液清洗方式的不同，通常分为碱洗和碱煮两种清洗方式。

1. 碱洗　在清洗过程中，碱液通过水泵的作用，在锅内处于循环流动状态，这种清洗方式称为碱洗。

2. 碱煮　在清洗过程中，碱液在锅内处于高温（100 ℃以上）条件下，通过锅炉自然循环进行清洗，这种方式通常称为碱煮。

碱洗和碱煮不同点在于：碱洗时由于采用强制循环流动，碱洗液的浓度和温度在各个部位分布比较均匀，对油脂和附锈洗脱速度较快；碱煮时，如果不进行连续排汽，锅炉自然循环将停止，从而使药液浓度和温度在各个部位有可能不十分均匀，但药液的温度比碱洗时高，这不仅有利于油脂物的消除，而且对硫酸盐垢及硅酸盐垢的转型和脱落，效果也比碱洗明显。

guonei huaxue shuichuli

【锅内化学水处理】　锅内水处理是通过向锅内加入适量的化学药剂，与锅水中的钙、镁盐类发生化学或物理化学作用，生成非黏结性的松散泥渣，通过锅炉排污除去，以达到防止或减轻受热面结垢。采用锅内方法进行水处理时，因排污水量和热损失较大，而且防垢效果不稳定，不易做到锅炉无垢运行，适用于对蒸汽品质要求不高的小容量的蒸汽锅炉。

锅内水处理方法分为纯碱法、火碱法、磷酸三钠法、复合防垢剂法。

1. 纯碱法。以纯碱（碳酸钠）作为水处理药剂，将其投入锅内，可以达到防止或减轻锅炉受热面结垢的目的。该法操作简单，药品便宜，可以降低锅炉运行成本，得到了较为广泛的应用。向锅内加纯碱有两个作用：一是维持锅水一定的碱度；二是增加锅水中的碳酸根的浓度。锅水中的钙、镁离子能与碳酸根结合生成难溶的碳酸钙沉淀和较难溶的碳酸镁。碳酸镁在锅水呈碱性的条件下进一步水解成更难溶的氢氧化镁而沉淀。碳酸钠在高温下能发生水解生成氢氧化钠，使碳酸钠的防垢效果下降。因此，纯碱法适用于压力不超过1.27 MPa的小容量锅炉。

2. 火碱法。火碱又称为苛性钠，即氢氧化钠，它的主要作用是消除锅水中的镁硬度，使其生成松软的泥渣状氢氧化镁，然后通过排污除去。

3. 磷酸三钠法。当锅炉压力较高时，纯碱在锅内受高温影响会发生水解，生成氢氧化钠，使锅水碱度过高，不利于锅炉安全运行。所以，一般单独进行锅内处理时多采用磷酸三钠法以代替纯碱法。磷酸三钠在锅内的作用是：①除去锅水中的钙、镁离子，形成磷酸钙、磷酸镁的胶状沉淀。此外，由于锅水处于沸腾条件下，当锅水的 pH 值控制在 10 ~ 12 时，锅水中的钙离子和磷酸根发生反应生成碱性磷酸钙。碱性磷酸钙是一种松软的水渣，易于排污排出，且不会粘附在受热面形成二次水垢；②增加水渣的流动性。生成的磷酸钙和磷酸镁是一种细小分散的胶体颗粒，它使已形成的钙、镁盐类在其周围析出，不致附着在受热面上形成水垢；③在受热面金属表面上形成磷酸盐的保护膜，防止受热面金属腐蚀。

4. 复合防垢剂法。复合防垢剂又称软水剂。在采用锅内加药处理时，根据不同水质将几种药剂按一定比例混合使用。复合防垢剂通常由磷酸三钠、碳酸钠、氢氧化钠和栲胶组成 。复合防垢剂能发挥各成分效能的综合作用，以弥补单一药力的不足。此法使用历史较久，在没有水冷壁的小型锅炉上效果比较好。

guowai huaxue shuichuli

【锅外化学水处理】　锅外化学水处理是指给水进入锅炉前，采用化学方法除去水中的杂质。对于工业锅炉的给水，主要是除去水中的钙、镁盐类的硬度物质，从而使给水软化。经常采用的且效果比较可靠的方法有石灰—纯碱法和离子交换法。

1. 石灰—纯碱法。石灰—纯碱法是向已经澄清的水中加入适量的石灰和纯碱，以达到水软化的目的。将生石灰（氧化钙）溶于水中形成熟石灰（氢氧化钙），配制成石灰乳。在原水中加进石灰乳，可除去水的暂时硬度，但不能除去永久硬度，即镁盐的永久硬度变为钙盐的永久硬度。而纯碱则可除去永久硬度，即碳酸钠与硫酸钙、氯化钙反应生成沉淀的碳酸钙，通过排污除去。水中的碳酸钙有一定的溶解度，用石灰—纯碱法软化后，水中的残余硬度仍较高，但碳酸钙在水中的溶解度与水温成反比，水的温度越高，残余硬度越低。如在常温下处理，水中的残余硬度可降至 1.5 ~ 2.0 mmol/L；采用热法处理，如将水加热到70 ℃以上时可使水中的残余硬度降至0.3 ~ 0.4 mmol/L。因此，采用石灰—纯碱法处理水时应尽量提高水温。

2. 离子交换法。离子交换法是利用一种称为离子交换剂的物质来进行的。当水通过离子交换剂时，离子交换剂中不形成水垢的离子与水中容易生成水垢的离子相互交换，从而水得到软化。如钠型离子交换剂遇到含有钙离子的水时，水中的钙离子被吸附在交换剂，而离子交换剂上的钠离子进入水中。钠盐不易形成水垢。当钠型离子交换剂完全被钙离子覆盖后，

钠离子交换剂失效，必须用食盐水冲洗置换才能再用。作为离子交换剂的物质有无机型和有机型两类。目前，多采用有机型的合成树脂。有机型合成树脂包括阳离子型和阴离子型。工业锅炉经常使用阳离子型的离子交换剂，这种交换剂是由阳离子和复合阴离子根两部分组成的。复合阴离子根是一种不溶水的稳定的高分子化合物，阳离子则和水中的钙、镁离子互相交换。阳离子交换剂按含阳离子的种类，分为钠离子、氢离子、氨离子三种。因此，阳离子交换水处理可分为钠离子交换法、部分钠离子交换法、氢—钠离子交换、氨—钠离子交换法。

rongjie guxingwu biaozhun

【溶解固形物标准】 溶解固形物是指水中溶解的盐类和有机物的总称，单位是mg/L。在进行锅水分析中，由于溶解固形物的测定比较麻烦，通常通过测定氯根的指标来间接控制锅水中的溶解固形物。水中的溶解固形物与氯根的比值基本是一个常数。但在原水的水质发生变化而引起溶解固形物与氯根的比值改变时，需重新测定其比值。

了解锅水中溶解固形物的含量，可及时指导锅炉排污，把锅水浓度限制在一定范围内，从而获得良好的蒸汽品质和保证锅炉安全经济运行。

对于水管锅炉，从实际使用的锅炉分析数据看，锅水溶解固形物含量都小于3 000 mg/L。某些外国标准中都略高于我国《低压锅炉水质标准》的规定值。根据这些情况，对工作压力大于1.6 MPa但小于或等于2.5 MPa的水管锅炉，仍维持 GB1576—85 的标准（<3 000 mg/L）。对工作压力大于1.0 MPa而小于或等于1.6 MPa的水管锅炉，则适当放宽（以上取值对有无过热器有所区别）。对工作压力小于或等于1.0 MPa的锅炉则取更大的值，这样在安全可靠的前提下可使锅炉的排污损失减小。

对于燃用固体燃料的锅壳式锅炉，国外情况是，日本规定小于4 000 mg/L，美国规定 3 000 ~ 5 000 mg/L。从国内外调查看，有的锅炉最高也不超过10 000 mg/L。因此，我国制定了小于5 000 mg/L的标准。

yalirongqi jiqi fenlei

【压力容器及其分类】 器壁能承受内压或外压的密闭容器称为压力容器。

压力容器形式多样，为了便于对不同类型的容器进行研究、计算、制造和管理，常将容器按不同方法分类。

为了便于设计计算，常按容器的壁厚不同而分为薄壁容器和厚壁容器；按承压方式的不同而分为内压容器和外压容器。

为了便于制造，按制造方法的不同，可将压力容器分为焊接容器、铆接容器、铸造容器和锻造容器等；根据制造容器的材料不同分类，又有钢制容器、有色金属容器和非金属容器。此外，按容器的外形，可分为球形容器、圆柱形容器、锥形容器和组合形容器等。

为了便于对压力容器进行分组管理和技术监督，按其工作压力的不同（压力是压力容器最主要的工艺参数之一，从安全技术角度看，容器的工作压力越高，发生爆炸事故的危害性越大），可分为低压、中压、高压、超高压四个等级：

1. 低压容器：$0.1\ \text{MPa} \leqslant p < 1.6\ \text{MPa}$；
2. 中压容器：$1.6\ \text{MPa} \leqslant p < 10\ \text{MPa}$；
3. 高压容器：$10\ \text{MPa} \leqslant p < 100\ \text{MPa}$；
4. 超高压容器：$p \geqslant 100\ \text{MPa}$。

为了有利于安全技术监督和管理，根据容器的压力高低、介质的危害程度以及在生产过程中的重要性，《压力容器安全技术监察规程》将其管辖范围内的压力容器划分为三类。这样就可以针对不同的容器类别对设计、制造及使用管理等方面提出不同的要求。具体划分如下：

1. 低压容器（属于第二、第三类的低压容器除外）为第一类压力容器。

2. 下列情况之一为第二类压力容器：

（1）中压容器（属于第三类的中压容器除外）。

（2）易燃介质或毒性程度为中度危害介质的低压反应容器和贮存容器。

（3）毒性程度为极度和高度危害介质的低压容器。

（4）低压管壳式余热锅炉。

（5）低压搪玻璃压力容器。

3. 下列情况之一者为第三类压力容器：

（1）贮存毒性程度为极度和高度危害的介质且 p（设计压力）$\times V$（容积）大于等于$0.2\ \text{MPa} \cdot \text{m}^3$的低压容器。

（2）易燃或毒性程度为中度危害介质且 pV 大于或等于$0.5\ \text{MPa} \cdot \text{m}^3$的中压反应容器和 pV 大于或等于$10\ \text{MPa} \cdot \text{m}^3$的中压贮存容器。

（3）高压、中压管壳式余热锅炉。

（4）高压容器。

（5）中压搪玻璃压力容器。

qiping

【气瓶】 指公称容积为 0.4 ~ 3 000 L，公称工作压力为 1 ~ 30 MPa（表压），能够重复充装气体，符合多适用性、移动性等条件的压力容器。

按公称工作压力的不同，气瓶可分为高压气瓶（公称工作压力 ≥8 MPa），低压气瓶（公称工作压力 ≤5MPa）。

按公称容积的不同，可分为大容积气瓶（100 L < 公称容积 < 3 000 L）、中容积气瓶（12 L ≤ 公称容积 ≤100L）、小容积气瓶（公称容积 ≤12 L）。

按结构的不同，可分为无缝气瓶（分为钢管收口制造和钢锭冲拔拉伸制造两种，公称容积≤80 L，公称工作压力≥8 MPa，所以又称高压无缝气瓶）、有缝气瓶（分为一条环焊缝和一条纵焊缝、两条环焊缝两种，公称容积≥10 L，公称工作压力≤5 MPa，所以又称低压焊接气瓶）。

按气瓶主体材料的不同，可分为钢质气瓶（包括合金钢）、铝气瓶、玻璃钢气瓶（实际是复合材料气瓶，内胎是铝或不锈钢，外绕玻璃钢）。

按贮存介质状态的不同，可分为压缩气体气瓶（无缝结构，公称工作压力≥8 MPa），液化气体气瓶（又分为高压液化气瓶：无缝结构，中、小容积，高公称工作压力；低压液化气瓶：焊接结构，大、中容积，低公称工作压力），溶解气瓶（溶解乙炔气瓶：焊接结构，公称工作压力为4 MPa），吸附气瓶（吸附氢气瓶：公称工作压力为4 MPa，小容积选无缝结构，中容积选焊接结构）。

按盛装介质的不同，可分为氧气瓶、氮气瓶、液氯气瓶、液氨气瓶、液化石油气瓶、溶解乙炔气瓶、吸附氢气瓶等，基本按盛装介质的名称来指称气瓶。

考虑到气瓶本身的特点，气瓶的数量与使用者情况，气瓶的主管部门以及历史沿革，《锅炉压力容器安全监察暂行条件》的实施细则，把气瓶分为三个种类：无缝气瓶（制造许可证由国家质量技术监督局颁发），有缝气瓶（包括溶解乙炔气瓶和其他用焊接瓶体作为外壳的移动式压力容器，制造许可证由国家质量技术监督局颁发），液化石油气瓶（焊接结构，公称工作压力为1.6 MPa，有三种充装量即10 kg，23.5 L；15 kg，35.5 L；50 kg，118 L；制造许可证由省级政府主管部门颁发）。

rongjie yique qiping

【溶解乙炔气瓶】 溶解乙炔气瓶（简称乙炔瓶）指装有专用瓶阀，佩戴专用瓶帽，带安全装置（易熔合金塞座），内含填料，注有丙酮或待注丙酮的用以贮运溶解乙炔的容器。它是一种特殊的可重复使用的移动式气瓶。

由于它不同于一般贮运永久气体和液化气体的气瓶，所以我国是将溶解乙炔气瓶作为单独类型的气瓶，制定有专门的规程和标准，以便保证气瓶的质量和性能。

溶解乙炔气瓶是由钢质圆筒形瓶体、瓶阀、易熔塞座、瓶帽和填料等组成的。

钢质圆筒形瓶体有焊接式瓶壳结构，也有无缝结构。焊接瓶壳依据 GB5100—89《钢质焊接气瓶》设计制造。无缝瓶壳则按 GB5099—85《钢质无缝气瓶》制造。国外（如美国）多为无缝式两件组装形式。而我国在市场上销售的均为40 L三件组装形式，也有用无缝结构的瓶壳。

颈圈是用低碳钢车制而成的，是瓶帽与瓶体、瓶阀与瓶体连接的部件。

易熔合金塞座也是用圆钢车制而成的，它是易熔合金塞与瓶体连接的部件，简称易熔塞座。

上封头、筒体和下封头是溶解乙炔气瓶的主要受压部件，其材质应符合 GB5100—89《钢质焊接气瓶》的规定。

纵焊缝均为双面埋弧焊，而环焊缝有的是双面对接埋弧焊，也有的是单面焊双面成型的气体保护焊，还有的是采用缩口型或用单面弧焊完成。

底座属非受压部件，与下封头相接的焊缝也不属于主体焊缝。

yiqueping de sheji wenjian

【乙炔瓶的设计文件】 乙炔瓶设计文件包括以下七项内容：

1. 设计任务书 设计任务书由主持乙炔瓶试制或制造单位的技术部门下达，并由技术总负责人签字。设计任务书中应明确提出设计的有关参数，如直径、容积等，设计应执行或参照的标准，设计所要达到的目的，设计完成部门，完成日期等。

2. 设计图样 设计图样应符合国家有关制图的标准，有关栏目的签字手续应齐全。直径、容积、设计壁厚不同的乙炔瓶应分开绘图，易熔塞位置或数量不同的乙炔瓶也应分开绘图。

3. 设计计算书及设计参数的选定 设计计算书及设计参数的选定，应包括钢瓶（即乙炔瓶瓶体）的容积计算、强度计算、设计壁厚的选定和必要的刚度校核。对于乙炔瓶的有效容积计算、溶剂规定充装量和乙炔充装量的选定、易熔合金塞泄放量计算等，一般应以安全性能试验为基础。各项设计参数的选定和核算情况以及有关的实验研究数据、计算算式及结果应当正确无误。并要计算65 ℃时乙炔瓶安全空间率。

4. 设计说明书 设计说明书应包括参数的选择与依据，填料的种类、特性及其技术指标，主要生产工艺和检验要求等。设计说明书主要是对设计的说明，其目的是使设计审查者和审批者及其使用者全面清楚地了解设计者的设计意图和各种设计参数选定的依据及理由。应重点说明设计参数的选择及其依据，钢瓶主体材料及填料原料的选择，填料的特性及技术指标，附件的选择，钢瓶与填料主要生产工艺及检验要求的确定。乙炔瓶填料一直是各厂在乙炔瓶生产中的关键，在说明书中应详细地反映填料设计的情况，但只要求说明填料的种类、特性及技术指标，主要生产工艺和检验要求等。对填料的配比、蒸压技术、具体的制造过程在说明书中可不涉及。

5. 使用说明书 使用说明书应包括充装、运输、

贮存、使用要求、安全操作和常见故障处理要点等。使用说明书是指导使用者正确安全地使用乙炔瓶所应了解的基本知识，教会使用者了解乙炔瓶的特性和安全使用方法，以及如何避免事故和处理事故的常识，这就是使用说明书的基本目的。

6. 标准化审查报告　标准化审查报告对乙炔瓶的设计是非常重要的，它主要是检查设计中执行的各项标准是否正确有效，计算乙炔瓶的标准化系数、直径、容积等规格是否符合标准系列，以及在设计中是否正确运用各项标准和各项标准的协调是否一致。标准化审查报告应有结论性意见。

7. 审批部门认为必要的其他技术资料　审批部门认为必要的其他技术资料，主要指研制特殊乙炔瓶，某些指标或技术要求与有关规程不符合，应提交的有关说明材料和试验数据、结果等，也包括钢瓶或填料原材料的某些特性或检验数据等。

yiqueping jianbu gangying biaoji jianyan sebiao

【乙炔瓶肩部钢印标记检验色标】　乙炔瓶的钢印标记包括制造钢印标记和检验钢印标记。钢印标记的内容和位置，应符合《溶解乙炔气瓶安全监察规程》中附录2《溶解乙炔气瓶的钢印标记和检验色标》的规定。乙炔瓶的钢印必须准确清晰和排列整齐。

检验色标的颜色和形状，应符合 GB13076—91 的规定。检验合格的乙炔瓶经清除表面污物和除锈后，应按 GB11638 规定进行涂敷，并在肩部钢印标记的对称部位涂检验色标，检验色标的颜色和形状见下表。

检验色标和形状

检验年号	颜　色	形　状
1990	粉红色(RP01)	椭圆形
1991	铁红色(R01)	椭圆形
1992	铁黄色(Y09)	椭圆形
1993	淡紫色(P01)	椭圆形
1994	深绿色(G05)	椭圆形
1995	粉红色(RP01)	矩形
1996	铁红色(R01)	矩形
1997	铁黄色(Y09)	矩形
1998	淡紫色(P01)	矩形
1999	深绿色(G05)	矩形
2000	粉红色(RP01)	椭圆形

注：①括号内的符号和数字表示该颜色的代号。

②椭圆形的长轴约为80 mm，短轴约为40 mm，矩形约为80 mm × 40 mm。

③检验色标每 10 年为一个循环周期。

在检验钢印的位置上（制造钢印相对处），涂有检验色标。这是为了使人能更醒目地辨认到期需定期检验的气瓶。

新出厂瓶的检验色标，由制造厂涂敷；在用瓶，由检验单位涂敷。

yiqueping de yanse biaoji

【乙炔瓶的颜色标记】　乙炔瓶表面为白色，“乙炔”“不可近火”等字样为红色。字样涂在制造钢印下部（同侧），字样一律采用仿宋体。其瓶色、字色、字样及排例，应符合 GB714《气瓶颜色标记》的规定。对于公称容积40 L的乙炔瓶，字体高度为 80 ~ 100 mm。瓶帽的颜色与瓶色一致。乙炔瓶经检验合格，在清除表面油污锈蚀等杂物并保持干燥的条件下方可涂敷。乙炔瓶表面不准打腻子。瓶体表面应先涂底漆，后喷面漆。涂层应均匀、牢固，不应有气泡、流痕、龟裂和剥落等缺陷。乙炔瓶的充装单位应负责保护好乙炔瓶的外面颜色标记，并应做好使用中受损漆层的修复工作。

yiqueping tianliao

【乙炔瓶填料】　加压乙炔是一种在热力学上很不稳定、极易发生分解反应的物质，如果像永久气体或液化气体那样贮存在既没有溶剂、又没有填料的钢瓶中的话，稍微给予能量（如碰撞或震动）就会引起爆炸，且即使在没有氧气或空气等助燃剂的参与下，加压到0.2 MPa以上也会发生爆炸。所以在乙炔瓶中要加入填料—固形多孔硅酸钙。其作用为：

1. 阻止乙炔分解爆炸与传播

(1)隔爆作用：溶解在丙酮中的乙炔被填料中的无数细孔隔离，分解反应难以形成，使乙炔分解爆炸的连锁反应中断，起到阻止乙炔分解爆炸的传播作用。

(2)灭火作用：乙炔的分解爆炸并非是分子间的直接作用，而是由于外界能源的激发，使分子键受到破坏，产生自由基，然后产生一系列连锁反应结果。如果产生的自由基等于消失的自由基，反应便会中止。而多孔性固体填料就是使乙炔瓶受到外界能源的激发作用而产生的自由基通过细孔壁时不断消失，使形成自由基反应中断，达到灭火的作用。

(3)冷却作用：由于填料细孔壁和丙酮有良好的导热性，使乙炔瓶内局部发生反应时产生的热量会及时导出，阻止乙炔爆炸的产生。

2. 均匀的吸附作用　一方面因多孔填料中均匀地分布着大量的细孔，增加了填料的表面积，丙酮和乙炔易被吸收。由于表面积的增大，在一定温度和压力条件下，增大乙炔瓶的充装量，提高乙炔瓶的经济指标。另一方面当减压使用时，乙炔可很快地从瓶中释放出来。

乙炔瓶填料的技术性能如下：

1. 在任何情况下，填料不与乙炔、溶剂、钢瓶或附件发生化学反应。

2. 填料应为整体式，且均匀一致，不得有穿透性裂纹或溃散，导流孔内必须填满合适的填充物。

3. 孔隙率应在90% ~92%的范围内。

4. 体积密度应小于或等于270 g/L。

5. 抗压强度应大于或等于1.8 N/mm^2。

6. 表面孔洞的总容积不得超过20 cm^3，且单个孔洞的容积不应超过1.5 cm^3。

7. 内部不得有危及乙炔瓶安全的孔洞。

8. 填料与瓶壁的间隙，沿径向测量，均不应超过填料直径的0.4%。

任一点的肩部轴向间隙不应超过填料长度的0.3%，对公称容积为40 L的乙炔瓶，间隙不超过3.0 mm。

9. 应具有良好的使用性能，当向瓶外释放乙炔气时，丙酮随气体的溢出应限制在最小值。

检验时在卸下乙炔气瓶瓶阀后，应采用合金铝或不锈钢钩针和勺小心取出瓶口导流孔内的钢丝毛毡和填充物，露出填料本体进行填料检验。

yiqueping jishu jianding

【乙炔瓶技术鉴定】 技术鉴定的主持单位应由试制单位所在地的省级以上（含省级）主管部门负责主持。鉴定委员会应由乙炔瓶设计、制造、充装、使用、科研、高等学校等单位和政府有关部门熟悉本专业的技术人员组成。这是因为乙炔瓶具有特殊性，一般的压力容器专业人员对填料不熟悉，因此有必要聘请熟悉的专业人员组成鉴定委员会。

技术鉴定应完成如下四项工作：

1. 技术文件审查

（1）审查产品图样、设计计算书、工艺规程等技术文件是否符合溶解乙炔气瓶的设计、制造、检验等要求。

（2）技术参数和标准的选用是否符合标准化。

（3）技术文件的逻辑性、完整性、合理性是否符合批量生产的要求。

2. 主要生产工艺和技术条件的审查

（1）生产工艺的完整性。

（2）生产工艺的先进性。

（3）生产工艺的合理性。

（4）技术人员的数量、组织机构、文化层次等。

（5）批量生产的质量保证体系及质量管理、计量管理制度。

3. 考察工装、设备、检测能力和技术熟练程度对批量生产的适应性和稳定性。

检查工装设备能否满足批量生产及热处理、焊接执行工艺情况。

考核焊接、X射线检验、填料浇注、水压试验、气密试验等主要工种的熟练程度。

4. 检测产品质量

（1）对试生产出的产品进行全面检测。这项工作可以请有经验的单位协助完成，尤其是首次生产乙炔瓶的单位，对型式试验一定要做到准确，万无一失。

（2）为节省时间，全面检测工作也可以在鉴定会之前完成，鉴定会上只对部分关键项目进行现场测试。

（3）供鉴定用的乙炔瓶，应是在生产的4批产品中抽出至少100只检测用瓶，从这100只中随机抽取20只。

（4）钢瓶鉴定从在制品现场抽取，应在转入装填料工序前抽取20只，以确保钢瓶自检合格。

（5）检测项目：

填料检测项目	乙炔瓶检测项目
①肩部轴向间隙	①外观
②与瓶壁总间隙	②附件
③外观	③气密性
④表面孔洞	④皮重
⑤内部孔洞	⑤回火试验
⑥抗压强度	⑥水浴升温试验
⑦体积密度	⑦模拟火灾试验
⑧孔隙率	⑧使用性能试验

检测数量不得少于规定的数目，其中有些项目可在鉴定会之前完成，鉴定会上以检测报告为准，鉴定会最后应有结论性意见，所有检测报告应完整清晰正确，检测人员应签字齐全。检测和实验中，应切实注意安全，采取有效措施，防止意外事故发生。

yiqueping chongzhuangzhan de anquan duice

【乙炔瓶充装站的安全对策】 着火、氧化爆炸和分解爆炸是乙炔工厂常见的事故。发生事故的地点，几乎涉及生产系统所有部位，而高压部分发生事故的可能性更大。为确保安全生产，必须根据各岗位的危险程度，采取针对性的安全对策。

安全对策的原则：一是尽量防止任何事故；二是有防止事故扩大措施；三是加强管理，提高人员素质。

溶解乙炔八项安全对策：

1. 防止乙炔泄漏，特别是防止乙炔瓶泄漏。
2. 防止乙炔在室内滞留。
3. 防止空气混入系统内。
4. 防止乙炔超温、超压。
5. 消除磷化氢、硫化氢等杂质。
6. 防止产生各种发火源。
7. 有防止事故扩大的措施。
8. 加强管理，提高人员素质。

yiqueping jianyanzhan

【乙炔瓶检验站】 根据GB12135—89《气瓶定期检验站技术条件》的规定，乙炔瓶检验站应符合

如下要求：

1. 要有完整、健全的组织机构，配备相适应的技术力量。

(1)检验站必须是独立的检验机构，并且有法人代表资格或办理委托法人代表手续。

(2)建立以站长负责制的管理体制，人员分工明确，责任落实。

(3)配备熟悉业务，且有一定管理领导能力的站长。

(4)配备具有工程师以上任职资格的技术人员担任技术负责人。

(5)应有两名以上经省级安全管理培训考核，并且取得Q项检验资格的持证检验员。

(6)设有专职或兼职安全员，负责检验安全工作。

(7)配备一定数量经过业务培训与检验工作相适应的操作人员和气瓶附件维修人员。

2. 应按GB12135—89《气瓶定期检验站技术条件》中的规定，配齐检验设备和工器具。其设备和工器具包括：

(1)乙炔回收置换装置。

(2)丙酮回收装置。

(3)瓶阀装卸机。

(4)防震圈装卸机。

(5)除锈机。

(6)瓶阀检验装置。

(7)螺纹量规及丝锥。

(8)测厚仪。

(9)焊缝检验尺。

(10)填料检查专用塞尺。

(11)填料径向测量装置。

(12)气压试验装置。

(13)填料烘干装置。

(14)填料含水率测定装置。

(15)喷涂装置。

(16)其他工器具(如测量瓶体变形、附件维修、处理报废气瓶等工器具)。

3. 检验工作质量

(1)具有检验与评定的可靠依据。如与乙炔瓶检验相适应的技术标准和规程。

(2)制定正确、合理的检验工艺流程。

(3)检验项目齐全，做到不错检、漏检和误检。报告填写完整、正确。

(4)质量评定符合要求，评定结论准确。报告签发、审批符合制度规定。

(5)检验档案资料完整、齐全，做到一瓶一卡。

4. 管理制度完善

(1)制定有站长，技术负责人，检验员检验工岗位责任制。

(2)对瓶阀装卸、填料检查、壁厚测定、气压试验、除锈喷涂等主要检验岗位制定安全操作规程。

(3)建有检测设备管理制度。

(4)建有档案资料管理制度。

(5)建有检验质量信息反馈制度。

(6)建有检验质量管理制度。

5. 编制完整的质量保证手册，手册内容应包括：质量保证责任人、质量保证组织机构图、质量保证体系图、检验工艺流程图、检验工艺规程等。

6. 检验工作环境

(1)检验设施，建筑结构应符合有关防火、防爆、环境保护和劳动保护的规定和要求。

(2)作业场地面积与检验工作量相适应，设备布置合理，便于安全操作。

(3)除锈、喷漆应有除尘环境保护设施和措施。

(4)报废气瓶有集中存放位置，防止流失或重新投入使用。

yiqueping shigu baogao

【乙炔瓶事故报告】 乙炔气瓶发生爆炸，瓶阀断脱飞出，或者因气瓶事故而引起的燃烧等造成人员伤亡事故时，发生事故的单位必须按照《锅炉压力容器事故报告办法》及时上报主管部门和当地政府有关部门。

1. 发生乙炔气瓶爆炸事故的单位，应立即组织调查，当地政府有关部门应派员参加调查，必要时，应邀请有关专业技术人员，甚至科研等有关单位，共同调查、分析事故，迅速、准确地找出事故原因。

2. 事故发生后，除对防止事故扩大或抢救人员采取必要的措施外，一定要保护好现场，以便调查分析。

3. 调查时，应认真查清事故发生的真实原因。提出改进的措施和对事故责任者的处理意见。根据调查结果填写气瓶事故报告书。

4. 气瓶事故报告书内容至少包括：

(1)发生事故的单位名称、地址、主管部门。

(2)爆炸(或发生事故)乙炔瓶的数据，包括：气瓶国别或制造厂、气瓶编号、钢瓶质量、钢瓶实际容积、乙炔瓶皮重、钢瓶填料的孔隙率、出厂日期。

(3)充装、使用情况，包括充装单位、充装压力(MPa)或充装量(kg)、充装环境温度。

(4)事故种类；破坏部位、事故发生日期(年、月、日、时、分)。

(5)事故发生前的气瓶使用情况。

(6)事故发生和经过。

(7)伤亡情况和经济损失(分别计算或估计的直接或间接损失)。伤亡情况包括死亡、重伤和轻伤人

数，当事人受过何种安全教育等。

(8)事故发生后，设备及周围设施的破坏程度。

(9)事故主要的原因分析结论。必要时应附示意图、现场照片、金属材料性能的试验、化验证明书及强度计算等技术资料。

(10)预防事故重复发生的措施，执行措施的负责人，完成期限以及措施执行情况的检查人。

(11)对事故的责任分析和对责任者的处理意见。

(12)参加调查的单位人员(单位、职务、职称、所学专业)。单位负责人(签字)；填报人(签字)；填报日期。

yiquepingku
【乙炔瓶库】 指贮存乙炔瓶的建筑物。为了保证安全，必须做到以下几点：

1. 乙炔瓶库房的建设必须经环保、公安消防和安全监察部门的批准。

2. 库房的建筑必须按国家的有关标准、规范的要求设计。其中库房的耐火等级和面积应严格执行GBJ16—87《建筑设计防火规范》和GB50031—91《乙炔站设计规范》的规定。不应设在建筑物的地下室和半地下室内；应设置气体流通的设施，库房内不应有地沟暗道。

3. 气瓶库房的安全出口不得少于两个(面积小的库房可只设一个)，库房门窗均需向外开，以便人员疏散和泄爆；门窗上的玻璃应采用毛玻璃，或在透明玻璃上涂上白漆，或挂上白色窗帘，以防止气瓶被阳光直射后其压力上升或催化其发生化学反应。

4. 库房应有足够的泄压面积，以减小爆炸事故发生时的损失，其泄压面积与库房容积之比应达到0.05 ~0.1 m^2/m^3。

5. 贮存乙炔瓶的库房必须是单层结构，其高度不应低于4 m，屋顶应为轻型结构，应采用通风换气装置，其风量应以事故排气量为基数，每小时换气量为基数的7倍以上。

6. 乙炔瓶库应按照GBJ140—90《建筑灭火器配置设计规范》的要求配置灭火器材，如干粉或二氧化碳灭火器，不得配置化学泡沫灭火器、四氯化碳灭火器。

7. 库房地面应采用不发火花地面，屋墙的墙壁及房顶应用防火或半防火材料建造。

8. 库房的照明灯、开关、换气装置等电器设备，均采用防爆型。

9. 库房内温度保持在35℃以下，在南方高温地区应有喷淋冷水的装置。冬季严禁用煤炉、电热器或其他明火取暖设施。

10. 库房如不在避雷装置保护区域内，则应装设避雷装置。

11. 库房最大存瓶数不得超过3 000只，如库房用密闭防火墙隔成单室，则每室贮存不得超过500只(以40 L气瓶计)。

12. 气瓶库房与其他建筑物应保持一定的安全距离，见下表。

独立的乙炔气瓶库与其他建筑物之间的防火间距

独立的乙炔瓶库乙炔实瓶贮量(个)	防火间距(m)			
	各类耐火等级的其他建筑物			民用建筑，屋外变、配电站
	一、二级	三级	四级	
≤1 500	12	15	20	25
>1 500	15	20	25	30

yiqueping de chucun
【乙炔瓶的储存】 储存乙炔瓶应注意以下几点：

1. 乙炔气瓶的储存应有专人负责管理。管理人员、操作人员、消防人员均应经过安全技术培训，掌握乙炔气体的安全知识。

2. 为避免混装，乙炔气瓶的储存，实瓶、空瓶应分开存放并做好标志。乙炔气瓶不得同氧气瓶、氯气瓶同储一室。因为氧气属助燃气体、氯气有腐蚀毒性，乙炔与氯气易发生反应，生成四氯乙烷等化合物，有毒易爆，万一泄漏会给防止火灾和救护工作带来困难，易燃品将会扩大意外火灾的火势和损失。

3. 乙炔瓶库应符合GBJ16—87《建筑设计防火规范》，应采用二级以上防火建筑。与明火或其他建筑物应有适当的安全距离，乙炔瓶储存仓库或储存间与明火或散发火花地点不得小于15 m。不得有地沟，暗道和底部通风孔，严禁任何管线通过。

4. 乙炔瓶库应通风良好，避免阳光直射，要有便于装卸、运输的设施。库内不得装有取暖设施。照明灯及电器设备应防爆。

5. 乙炔气瓶不得储存在地下室或半地下室。

6. 瓶库应设置"乙炔危险""严禁烟火""当心爆炸"等各类安全标志。

7. 瓶库应有运输和消防通道，设置消防栓和消防水池，在固定地点备有专用灭火器和灭火工具。

8. 储存的乙炔气瓶应戴好固定瓶帽。

9. 乙炔瓶一定要立放储存，气瓶存放应整齐，固定牢靠，要留有通道，并设有降温设施。

10. 实瓶的储存数量应有限制，在满足当天使用量和周转量的情况下，应尽量减少储存量。

乙炔气的储存量超过30 m^3时(相当5瓶，指容积为40 L的乙炔瓶)，应用非燃烧体或难燃烧体隔离出单独的储存间，其中一面应为固定墙壁；当储存量超过240 m^3，相当于40瓶时，应建造耐火等级不低于二级

的储瓶仓库，与建筑物的防火间距不应小于10 m，否则应以防火墙隔开。

11. 瓶库账目清楚，数量准确，按时盘点，账物相符。

12. 建立并执行乙炔瓶进出库制度。

yalirongqi de zizengqiang chuli

【压力容器的自增强处理】 即在容器制成后对其进行超压处理(压力大于内壁屈服压力)，使容器内部产生一层屈服层，当卸压后，由于筒壁外层纤维保持弹性要恢复原状，而内层纤维由于已经产生塑性变形失去弹性，要阻止外层纤维的回缩，这样，导致筒壁内层形成类似套合容器的预压应力。自增强处理除采用液压方法外，还可以采用固体压力(即挤压)法。

自增强技术起源于1906年，由法国马拉瓦发明。当时首先用于炮筒生产，20世纪50年代原西德用于管式法聚乙烯反应器设计。20世纪60年代日本也采用了自增强技术，后来，意大利、英国、美国、法国相继应用于聚乙烯反应器的技术。20世纪70年代大型氨合成塔、泥浆泵缸、高压三通等的设计也采用了自增强技术。国内也曾作了一些试验研究工作，并初步用于一些产品设计。自增强处理在压力容器、管道设计上是一项很有发展前途的技术。

容器自增强处理后可以得到以下的效果：

1. 提高承载能力(提高屈服点)。

2. 提高疲劳寿命。

3. 稳定内径尺寸，保证配合精度。

yalirongqi de shiyong guanli

【压力容器的使用管理】 正确的使用与管理压力容器是保证安全的重要环节，因此在压力容器使用管理中要做到以下几点：

1. 建立容器的技术档案。档案中应存有容器的设计资料、容器的制造资料、容器的安全装置技术资料、容器的运行情况记录和容器的修理和检验记录等。

2. 建立容器管理与操作责任制。容器使用单位应根据本单位所使用的容器具体情况，设专职或兼职人员，负责容器的安全技术管理工作。容器均应有专职的操作人员，操作人员应具备保证容器安全所必需的知识和技能，并经过技术考核合格。

3. 压力容器应在设计使用期限内，实行定期检验。

4. 正确合理地操作和使用压力容器。操作必须做到平稳和防止超载；运行期间应经常对容器进行检查，及时发现不正常情况，以采取措施。一旦在运行中发生威胁安全的情况，要采取紧急措施，停止运行。

5. 加强对容器的维护保养。压力容器应有规定的安全装置，并保持完好状态；盛有腐蚀性介质的压力容器要防止介质对容器的腐蚀；在容器停止运行期间要进行正确的维护。

yalirongqi dingqi jianyan de yaoqui

【压力容器定期检验的要求】 压力容器的定期检验是指在容器的设计使用期限内，每间隔一定的时间，采用规定的方法，对容器的承压部件和安装进行检查或做必要的试验，借以早期发现存在的缺陷，以采取有效措施，防止事故的发生。定期检验按其检验项目、范围和期限可以分为外部检查、内外部检验和全面检验三类。

定期检验的期限按容器的技术状况、使用条件及原有的缺陷情况而定。对工作介质无明显腐蚀性并且无重大缺陷的容器一般每年至少进行一次外部检查；每三年至少进行一次内外部检验；每六年至少进行一次全面检验。对于有强烈腐蚀介质的，运行中发现严重缺陷的；因结构原因内部无法检验的；制造时曾因材料可焊性差发生过多次裂纹的；使用期已达到15年的容器等，定期检验期限应按规定予以缩短。对于停止使用二年以上，需要恢复使用的；由外单位拆卸调入后安装使用的；改变或修理容器主体结构，而影响强度的；更换容器里衬的等，在使用以前应作内外部检验，必要时做全面检验。

qiping quexian baofei biaozhun

【气瓶缺陷报废标准】 气瓶在各项技术检验阶段中，以及在充装气体前的检验中，都应根据检验的结果来评定气瓶，发现有下列不合格的要作报废处理。

1. 根据原始标记查索制造厂或安全管理部门通知因制造原因报废。

2. 内外部检验发现严重缺陷必须报废：如瓶口裂纹、瓶颈壁厚过小、瓶口螺纹损坏；颈圈更换过、颈圈用焊接加固、颈圈螺纹严重损坏；瓶身存在明显鼓包、较大的凹坑、较长的划痕、裂纹、夹层重叠或折皱、严重烧伤、弧伤或气焊伤、瓶体有附加物、底座松动；内外表面腐蚀(均匀腐蚀超过壁厚20%、局部腐蚀超过壁厚25%、孤立凹点腐蚀超过壁厚40%)；瓶底有凹坑、皱褶、凸瘤及补焊的；底座平面与瓶底底部间距小于10 mm的，以及用钢锭成型法制造的凹型底深度偏小的；音响检查瓶体有破裂声的；筒体直线度差、垂直度差、凹底瓶支承面直径、气瓶同一截面最大和最小外径差超过规定值的。

3. 水压试验判定报废：瓶底在试验后有可见的异常变形；试验中压力突然下降(系统无渗漏)或压力保不住的；试验中瓶体出现裂纹的；容积残余变形率超过10%的。

yali guandao

【压力管道】 压力管道是在一定温度和压力下，用于输送流体介质，且具有爆炸危险性的特种设

备。管道输送是与铁路、公路、水运、航空并列的五大运输行业之一。管道作为一种特种设备被广泛使用在石油、化工、冶金、电力、能源、纺织、轻工、城市居民生活、医药、军事及科研领域。从安全角度讲,压力管道是指那些在生产和生活中使用的输送可能引起燃烧、爆炸或中毒等危险性介质的承压管道,如输送原油、燃气、蒸汽、各类工艺物料、有毒有害气体等介质的管道。压力管道按其用途分为工业管道、公用管道和长输管道。

工业管道是指企业、事业单位所属的用于输送工艺介质的工艺管道、工程管道及其他辅助管道。

公用管道是指城市或乡镇范围内的用于公用事业或民用的燃气管道和热力管道。

长输管道是指包括产地、贮存库、使用单位之间跨地域的用于输送商品介质的管道。

guandao gongcheng anquan jiancha yu pingjia

【管道工程安全检查与评价】 管道工程的安全检查与评价包括总体要求、管线工艺、仪器仪表、操作运行管理等各方面的内容。

1. 总体要求

(1)管道工程设计是否符合现行的有关技术规范和标准,包括专业技术标准、防火标准、抗震标准等;

(2)在遭受自然灾害(如暴风雨、雷击、地震等)时应有的措施;管道本身发生事故时应有的措施;操作人员是否了解这些措施和要求;

(3)管道附近是否有发生火灾、爆炸、倒塌的可能性;

(4)发生事故时,抢救和对外联系是否方便;

(5)管道的安全距离是否合适;

(6)管道一旦需要将介质排放,会造成什么影响,危害程度如何;

(7)地基及各种支撑结构应有一定的强度和稳定性;

(8)是否预留了检修空间。

2. 管线工艺

(1)阀门等操作的安全性;

(2)内部和外部冲击力对压力管道的影响;

(3)高压管道和输送易燃、易爆介质的管道采取的防范措施;

(4)外部事故对管道系统的影响;

(5)压力管道的安全装置是否可靠;

(6)管道系统发生热膨胀和产生热应力时,对各种影响安全的因素所采取的防范措施;

(7)管道系统的保温和防冻措施;

(8)管道系统的排放装置。

3. 仪器仪表

(1)管道系统装置上的仪器仪表的安全可靠性;

(2)当所有仪表都发生故障时,系统防止事故的能力;

(3)关键仪表检修时,应能保证系统的安全操作;

(4)因仪器仪表部件损坏造成介质泄漏的防护措施;

(5)仪表的定期校验。

4. 操作运行管理

(1)建立健全各种操作规程,岗位职责,安全守则;

(2)操作人员的安全训练;

(3)对特种危险作业规定的制度;

(4)操作人员对紧急事故处理方面的应知应会;

(5)日常维护、检修操作的防护措施;

(6)定期安全检查执行情况。

yali guandao anquan guanli yu jiancha guiding

【压力管道安全管理与监察规定】 1996年4月23日,中华人民共和国劳动部颁发了《压力管道安全管理与监察规定》,自1996年7月1日起施行。要求搞好压力管道的安全管理与安全监察工作,确保压力管道的安全运行,保障人民生命和财产安全。该规定共六章四十三条,包括制定依据、适用范围、主体关系、安全管理职责、安全监察职能、检验资格、罚则等方面的内容。对压力管道的安全管理与安全监察从设计、制造、安装、使用、检验、修理、改造等各环节都提出了要求,是压力管道安全管理与安全监察工作的规范性文件。

yali guandao anquan guanli zhize

【压力管道安全管理职责】 为了保障压力管道安全运行,减少事故,充分发挥主管部门和使用单位的作用,文件明确了有关的安全管理职责。

1. 有关主管部门应履行以下职责:

(1)贯彻执行有关的安全法律、法规和压力管道的技术规程、标准,建立健全本部门各项压力管道安全管理制度;

(2)按有关规定组织审定本部门新建、改建、扩建压力管道工程项目设计,督促检查施工质量,并组织竣工验收;

(3)制定本部门压力管道安全管理的年度计划和长期规划,组织并帮助有关单位对压力管道重大事故隐患进行检查、安全评估和整改,消除隐患,保障安全;

(4)按有关规定及时报告压力管道事故,并参加或组织事故调查和处理;

(5)负责组织本部门压力管道安全检查、评比和考核工作,表彰先进,总结和交流压力管道安全工作经验;

(6)组织研究并推广压力管道先进的安全科学技术及安全生产管理方法;

(7)开展压力管道安全宣传教育工作,负责组织

压力管道安全管理人员的培训；

(8)按有关规定应负责的其他压力管道安全管理工作。

2. 压力管道使用单位负责本单位的压力管道安全管理工作，并应履行以下职责：

(1)贯彻执行有关安全法律、法规和压力管道的技术规程、标准，建立健全本单位的压力管道安全管理制度；

(2)应有专职或兼职专业技术人员负责压力管道安全管理工作；

(3)压力管道及其安全设施必须符合国家的有关规定；新建、改建、扩建的压力管道及其安全设施不符合国家有关规定时，有权拒绝验收；

(4)建立技术档案，并到企业所在地的地(市)级或其委托的县级有关部门登记。

(5)对压力管道操作人员和压力管道检查人员进行安全技术培训；

(6)制定压力管道定期检验计划，安排附属仪器仪表、安全保护装置、测量调控装置的定期校验和检修工作；

(7)对事故隐患应及时采取措施进行整改，重大事故隐患应以书面形式报告省级以上(含省级，下同)主管部门和省级以上有关部门；

(8)对输送可燃、易爆或有毒介质的压力管道应建立巡线检查制度，制定应急措施和救援方案，根据需要建立抢险队伍，并定期演练；

(9)按有关规定及时如实向主管部门和当地有关部门报告压力管道事故，并协助做好事故调查和善后处理工作，认真总结经验教训，防止事故的发生；

(10)按有关规定应负责的其他压力管道安全管理工作。

yali guandao sheji、zhizao huanjie de jiancha

【压力管道设计、制造环节的监察】

1. 设计环节的监察　压力管道的设计单位应取得省级以上有关主管部门颁发的设计资格证，并报省级以上有关部门备案。取得省级主管部门颁发的压力管道设计资格证书的设计单位，到省级有关部门备案；取得部级主管部门颁发的压力管道设计资格证书的设计单位，到国家质量技术监督局备案。未经备案的压力管道设计单位，不准从事压力管道设计工作。备案资料必须包括：压力管道设计资格证书的副本、反映设计单位基本情况及压力管道设计历史的书面材料等。受理备案后，有关部门进行设计资格编号并发给备案标记印模，该印模应盖在设计总图上。设计资格编号的办法和印模的格式在有关法规中统一规定。

压力管道设计单位应对所设计的压力管道安全技术性能负责。

2. 制造环节的监察　压力管道用管子、管件、阀门、法兰、补偿器、安全保护装置等产品制造单位应向省级以上有关部门或省级有关部门授权的地市级有关部门申请安全注册。安全注册的审查工作由国家有关安全管理部门会同同级有关主管部门认可的评审机构进行。

制造单位应对其产品安全质量负责。产品投产前应进行型式试验。国家质量技术监督局负责型式试验单位的资格审查与批准，并颁发型式试验单位资格证书。

yali guandao anzhuang zige tiaojian

【压力管道安装资格条件】　从事压力管道安装的单位应具备下列基本条件：

1. 具有法人资格，持有工商营业执照；

2. 能满足所申请级别压力管道安装所要求的技术力量、工装设备、检测手段、技术工艺文件以及质量管理制度等；

3. 有所申请范围内的压力管道安装历史；

4. 按有关规定接受有资格的检验单位进行的监督检验。

yali guandao xiuli gaizao huanjie de jiancha

【压力管道修理改造环节的监察】　压力管道修理改造单位应具备一定的条件，对压力管道进行重大改造时，其技术和管理要求与新建压力管道的要求一致。

从事重大改造的压力管道修理改造单位应具备的条件与压力管道安装单位应具备的条件要求相同。其他从事压力管道修理改造单位具备的条件是：能满足所修理改造压力管道所要求的技术力量、工装设备、检测手段及质量管理。

重大改造是指会影响管道运行安全的改动，如提高压缩机、调控及测量装置的最高工作压力；长于500 m管道的更换；改变管道公称直径；改变输送介质的物理、化学性能；扩大调控装置等。对某些部件及部分管道的更换不属于重大改造。

yali guandao shigu ji shigu baogao

【压力管道事故及事故报告】　压力管道事故按设备损坏程度分为爆炸事故、严重损坏事故和一般损坏事故。

压力管道爆炸事故是指压力管道在使用中或压力试验时，受压部件发生破坏，设备中介质蓄积的能量迅速释放，内压瞬间降至外界大气压力以及压力管道泄漏而引发的各类爆炸事故。

压力管道严重损坏事故是指压力管道因泄漏而引起的火灾、人员中毒以及压力管道设备遭到破坏的事故。

压力管道一般损坏事故是指压力管道发生泄漏未引起其他次生灾害的事故。

压力管道发生事故后，事故发生单位应向当地安

全管理部门和主管部门报告。安全管理部门应逐级向上级安全管理部门报告，直至国家安全生产主管部门。

压力管道事故应采取快报、月报和年报形式向国家安全生产主管部门报告。

压力管道发生爆炸事故或造成人员伤亡、设备损坏事故后，事故发生单位应立即将发生事故设备的类别、事故类别、发生地点、时间(月、日、时、分)、人员伤亡和事故破坏简要情况采用快捷形式向当地安全管理部门和主管部门报告。当地安全管理部门应逐级向上一级安全管理部门报告，直至国家安全生产主管部门。

省级安全管理部门应在每月 10 日前，将辖区上月事故情况报告国家安全生产主管部门。应在每年 1 月 31 日前，将辖区上一年压力管道发生事故情况及结案情况以软盘等快捷方式报送国家安全生产主管部门。

yali guandao de pohuai xingshi
【压力管道的破坏形式】 压力管道的破坏形式通常分为韧性破坏、脆性破坏、疲劳破坏、腐蚀破坏和蠕变破坏等。

1. 韧性破坏　压力管道的韧性破坏是指：压力管道管壁由于承受过高的应力，应力值达到或接近管壁材料的强度极限，从而发生断裂的一种破坏形式。

2. 脆性破坏　压力管道的脆性破坏是指：压力管道管壁破裂没有明显的塑性变形，破裂时管壁的应力远远小于材料的强度极限，有的甚至低于材料的屈服极限。这种破裂与脆性材料的破裂特征很相似，所以称为脆性破坏。由于这种破坏是在较低的应力状态下发生的，故又称低应力破坏。

3. 疲劳破坏　压力管道的疲劳破坏是指：压力管道在反复加压和卸压过程中和操作压力波动频繁时，管壁受到交变载荷的长期作用，没有经过明显的塑性变形而导致管道破裂的一种破坏形式。

4. 蠕变破坏　压力管道的蠕变破坏是指：压力管道的温度高于某一限度时，即使应力低于材料的屈服极限，管道也可能发生缓慢的塑性变形，这种塑性变形经长期积累，最终会导致压力管道的破坏，这种破坏形式称为蠕变破坏。

5. 腐蚀破坏　压力管道的腐蚀破坏是指：压力管道材料由于腐蚀性介质的作用，引起管道壁厚减薄或材料组织结构变化，机械性能降低，使压力管道承压能力不够而发生的破坏形式。按腐蚀机理，通常分为化学腐蚀和电化学腐蚀两大类。

gongye guandao、gongyong guandao、changshu guandao de anquan jiancha
【工业管道、公用管道、长输管道的安全监察】

1. 工业管道按其危害程度进行分级，根据分级实施安全监察。

使用单位自行设计工业管道须经其省级主管部门同意，并到省级安全生产管理部门备案。备案的基本资料应有：省级主管部门同意的证明、能说明设计部门(或单位)基本情况及压力管道设计历史的书面材料。

使用单位自行安装工业管道须经其省级主管部门批准，并到省级安全生产管理部门备案。备案的基本资料应有：省级主管部门批准的证明、能满足安装该级别压力管道的技术力量、工装设备、检测手段以及质量管理等的书面材料。

2. 公用管道的建设必须符合城市规划、消防和安全的要求。在选线的审查时，应征得当地安全生产管理部门的同意。城市规划、消防与公用管道建设的安全是有直接或间接的关系，安全生产管理部门将通过选线、设计安装和竣工验收等环节的安全监察工作使公用管道的建设符合安全要求。在选线审查工作中，主要审查管道经过的地方是否有火灾危险性为甲、乙类和毒性程度为极度危害的管道、贮罐、生产厂房、住宅、道路等，其安全距离是否符合要求。

公用管道工程设计审查和竣工验收应有当地安全生产管理部门派出的安全监察员参加。安全生产管理部门参加的公用管道工程设计审查的主要内容应包括：设计单位是否有相应的资格证书和向安全生产管理部门备案证明、设计图样上是否有备案印模、设计所依据的技术标准是否适用、设计图样的审核与批准是否符合要求等。安全生产管理部门参加的公用管道工程竣工验收的主要内容应包括：竣工资料是否齐全、是否按设计要求施工、是否经过有资格的检验单位进行监督检验等。

在城市燃气和热力管道附近进行施工时，施工单位须征得有关管理和使用单位的同意，经双方商定，采取相应的安全保护措施后方可施工。所在地安全生产管理部门对此进行监督检查。

3. 长输管道安全监察工作由国家安全生产主管部门负责。从事长输管道安全监察工作的人员由国家安全生产主管部门培训、考核、发证，其工作对国家安全生产主管部门负责。

新建、改建、扩建的长输管道安装施工前，建设单位应向国家安全生产主管部门备案。工程竣工验收应有国家安全生产主管部门派出的安全监察员参加。

新建、扩建、改建的长输管道安装前，要求建设单位向国家安全生产主管部门备案，目的是让国家安全生产主管部门知道有关情况便于安全监察工作。备案的基本要求是施工前三个月书面报告国家安全生产主管部门，报告的内容：建设单位名称、管道铺设的起止地点、管道长度、直径、介质、压力、温度、施工单位名称、预计投资额度等。

4. 从事工业管道、公用管道和长输管道检验的单

位应具备相应的条件，按要求取得相应的检验资格。

检验单位应具备的基本条件是：

(1)具有独立的法人资格；

(2)能满足所检验级别压力管道所要求的技术力量、检验手段、检验方法以及检验质量管理制度等；

(3)具有第三方公正地位。

对长输管道检验单位的资格审查和省级以上(含省级)有关部门所属的工业管道和公用管道检验单位的资格审查，由国家安全生产主管部门会同有关主管部门共同进行。

省级以下有关部门所属的工业管道和公用管道检验资格审查，由省级安全生产管理部门负责。

检验资格证书由国家安全生产主管部门统一印制，并分别由国家安全生产主管部门和省级安全生产管理部门颁发。检验单位及检验人员应对其所出具的检验报告和结果的正确性负责。

(四)焊接安全

dianhan de weixianxing

【电焊的危险性】 利用电能转化为热能来加热金属的方法，在焊接技术中得到广泛的应用，例如焊条电弧焊、氩弧焊、CO_2 焊、等离子弧焊和电阻焊等。所有电焊工艺共同的主要危险是触电。电焊发生触电的危险性主要有以下几方面：

1. 焊机电源线的电压比较高(220/380 V)，人体一旦触及，往往难于摆脱。

2. 焊机的空载电压虽然不高(60～90 V)，但已超过安全电压，在潮湿、多汗、水下和阴雨天等不利条件下，该电压有可能使触电者造成伤亡。在电焊过程中，操作者触及空载电压的机会较多(如更换焊条、清理工件和调节焊接电流等)，加上思想麻痹等，所以电焊的触电伤亡事故大多是由于触及空载电压造成的。

根据事故现场测试分析结果，在上述不利条件下，人体电阻约为1 600 Ω，空载电压以70 V计，通过人体的事故电流可达44 mA($I = 70/1600 \approx 44$ mA)，该电流能使触电者昏迷，或造成从高处坠落、溺水等二次事故，导致严重伤亡。

3. 电焊机和电缆在工作中受腐蚀性粉尘或蒸气作用，在室外作业时受雨雪侵蚀，以及机械性损伤等，都容易造成绝缘的老化、变质、硬化龟裂或破损，从而发生漏电的危险。

4. 电焊过程中，带电操作的机会较多。

5. 在锅炉、金属容器、船舱或管道、地沟里的电焊操作，由于作业空间狭小、金属系数大或潮湿等原因，触电危险性较大。

此外，电流的热效应可能引起电气火灾与爆炸，以及灼烫等工伤事故。

dianhan gongshang shigu yuanyin

【电焊工伤事故原因】 电焊操作中存在着发生直接电击、间接电击和电气火灾与爆炸等常见的工伤事故。

焊接发生直接电击的原因

1. 在焊接操作中，手或身体某部接触到焊条、电极、焊枪或焊钳的带电部分，而脚或身体其他部位对地和金属结构之间又无绝缘防护。在金属容器、管道、锅炉及金属结构上的焊接，或在阴雨天、潮湿地方焊接。

2. 在接线或调节焊接电流时，手或身体某部碰触接线柱、极板等带电体。

3. 登高电焊作业触及或靠近高压网路引起的触电事故。

焊接发生间接电击事故的原因

1. 人体接触漏电的焊机外壳或绝缘破损的电缆。

2. 电焊变压器的一次绕组对二次绕组之间的绝缘损坏时；变压器反接或错接在高压电源时，手或身体某部触及二次回路的裸导体。

3. 操作过程中触及绝缘破损的电缆、胶木开关盒破损的开关等。

4. 由于利用厂房的金属结构、轨道、天车、吊钩或其他金属物体代替焊接电缆而发生的触电事故。

电焊发生火灾与爆炸事故的原因

1. 由于焊接电源及线路的短路、超负荷运行、导线或电缆的接触不良、松脱以及电焊设备的其他故障，而出现危险温度和电火花等。

2. 焊接操作地点周围或登高电焊作业点下方存在可燃、易爆物品。

3. 焊补未经安全处理的燃料容器和管道(如油箱、煤气管道)等。

dianhan shebei anquan

【电焊设备安全】 交流焊机、旋转式直流弧焊机和焊接整流器等是电焊作业的主要设备，应采取下列安全技术措施。

焊机保护性接地或接零安全技术条件

1. 所有交流焊机、旋转式直流电焊机和焊接整流器的外壳，均必须装设保护性接地或接零装置。

2. 焊机的接地装置可用铜棒或无缝钢管作接地极，打入地里深度不小于1 m，接地电阻应小于4 Ω。

3. 焊机的接地装置可以广泛利用自然接地极，例如铺设于地下的属于本单位独立系统的自来水管或与大地有可靠连接的建筑物的金属结构等，但氧气和乙

炔管道以及其他可燃易爆物品的容器和管道严禁作为自然接地极。

4. 自然接地极电阻超过4 Ω时，应采用人工接地极。

5. 弧焊变压器的二次绕阻与焊件相接的一端也必须接地（或接零）。但二次绕组一端接地或接零时，焊件不应接地或接零。

6. 凡是在有接地或接零装置的焊件上（如机床的部件）进行电焊时，都应将焊件的接地线（或接零线）暂时拆除，焊完后再恢复。在焊接与大地紧密相连的焊件（如自来水管路、房屋的金属立柱等）时，如果焊件的接地电阻小于4 Ω，则应将焊机二次绕组一端的接地线或接零线暂时解开，焊完后再恢复。总之，变压器二次端与焊件不应同时存在接地或接零装置。

7. 所有电焊设备的接地（或接零）线，不得串联接入接地体或零线干线。

8. 连接接地线或接零线时，应首先将导线接到接地体上或零线干线上，然后将另一端接到电焊设备外壳上；拆除接地线或接零线的顺序则恰好与此相反，应先将接地（或接零）线从设备外壳上拆下，然后再解除与接地体或接零线干线的连接，不得颠倒顺序。

弧焊机空载自动断电保护装置

1. 弧焊机一般都应该装设空载自动断电保护装置；在高空、水下、容器管道内或船舱等处的焊接作业，焊机必须安装空载自动断电装置。

2. 为了达到安全和节电的目的，焊机空载自动断电装置应能满足以下基本要求：对焊机引弧无明显影响；保证焊机空载电压在安全电压以下；装置的最短断电延时为1 s±0.3 s；降低空载损耗不低于90%。

电焊设备使用安全规则

1. 焊机使用条件应与环境条件相适应，电焊机的工作条件温度为 −25～40 ℃，相对湿度不大于90%（在25 ℃的环境温度时）。在特殊环境下，如气温过低或过高、湿度过大、气压过低以及有腐蚀或爆炸的环境之中，应使用符合环境要求的特殊性能的焊机。

2. 焊机必须平稳安放在通风良好、干燥的地方。

3. 焊机的工作环境应防剧烈振动和碰撞。

4. 在有腐蚀性气体和导电性尘埃的场所，焊机必须作隔离维护。

5. 受潮的焊机应用人工干燥方法进行干燥，受潮严重时必须进行检修。

6. 焊机应半年进行一次例行维修保养，发现绝缘损坏、电刷损坏等应及时检修。

7. 应当避免和减少焊机的超负荷运行。焊机暂载率的计算公式为：

$$暂载率=\frac{在选定的工作时间内焊机负载的时间}{选定的工作时间周期}\times 100\%$$

我国有关标准规定，对于500 A以下的焊机选定的工作时间周期为5 min。计算暂载率时，在实际焊接过程中，每5 min内测量出焊机输出焊接电流的时间（即电弧燃烧时间），代入上式而得出暂载率。而且还规定手工电弧焊机的暂载率为60%。标牌上规定的额定电流，是在额定暂载率负荷状态下使用的焊接电流。

dianhan gongju anquan

【电焊工具安全】 焊钳、焊枪和焊接电缆是电焊作业主要工具，应符合下列安全要求。

焊钳和焊枪安全要求

1. 焊钳和焊枪与电缆的连接必须简便牢靠，接触良好，否则长时间的大电流通过，连接处易发生高热。连接处不得外露，应有屏护装置或将电缆的部分长度深入到握柄内部，以防触电。

2. 等离子焊枪应保证水冷系统密封，不漏气，不漏水。

3. 结构轻便，易于操作。手弧焊钳的质量不应超过600 g。

4. 有良好的绝缘性能和隔热能力。由于电阻热往往使焊把发热烫手，因此手柄要有良好的绝热层。气体保护焊的焊枪头应用隔热材料包敷保护。焊钳由夹焊条处至握柄连接处的间距为152 mm左右。

5. 手弧焊钳应保证在任何斜度下都能夹紧焊条，而且更换焊条方便，能使焊工不必接触带电部分即可迅速更换焊条。

焊接电缆安全要求

1. 焊接电缆应具有较好的抗机械损伤能力、耐油、耐热和耐腐蚀等性能，以适应焊接工作的特点。

2. 焊机与配电盘连接的电缆线，由于其电压较高，除应保障良好绝缘外，长度不得超过2～3 m。如确需用较长的导线时，应采取间隔安全措施，即应离地面2.5 m以上沿墙用绝缘子布设。严禁将电源线拖在工作现场地面上。

3. 焊机与焊钳（枪）和焊件连接导线的长度，应根据工作时的具体情况决定。太长会增大电压降，太短则不便于操作，一般以20～30 m为宜。

4. 应具备良好的导电能力和绝缘外层。一般是用紫铜芯线外包胶皮绝缘套制成。绝缘电阻不得小于1 MΩ。

5. 应轻便柔软、能任意弯曲和扭转、便于操作，因此电缆芯必须用多股细线组成。如果没有电缆，可用具有相同导电能力的硬导线代替，但在焊钳连接端至少要用2～3 m长的软线连接，否则不便于操作。

6. 焊接电缆的截面积应根据焊接电流的大小，按规定选用，以保证导线不致过热而损坏绝缘层。焊接电缆的过度超载，乃是绝缘损坏的重要原因之一。焊接电缆截面与最大焊接电流和电缆长度的关系见

下表:

焊接电缆截面与最大焊接电流和电缆长度的关系

导线截面面积(mm²) \ 电缆长度(m) / 最大焊接电流(A)	15	30	45
220	30	50	60
300	50	60	80
400	50	80	100
600	60	100	—

7. 焊接电缆应用整根的,中间不应有接头。如果需用短线接长时,则接头不应超过 2 个。接头应用铜导体做成,须连接坚固可靠,并保证绝缘良好。

8. 严禁利用厂房的金属结构、管道、轨道或其他金属物搭接起来作为导线使用。

9. 不得将焊接电缆放在电弧附近或炽热的焊缝金属旁,避免高温烧坏绝缘层。电缆横穿道路时应采用保护套,避免碾压磨损等。

10. 焊接电缆的绝缘应定期进行检验,一般规定每半年检验一次。

denggao hange zuoye anquan
【登高焊割作业安全】 焊工在离地面2 m或2 m以上地点进行焊接与切割操作时,即称为登高焊割作业。必须采取安全措施防止发生高处坠落、火灾、电击和物体打击等工伤事故。

防火措施

1. 高空作业点下方,火星所及的范围内,应彻底清除易燃易爆物品。

2. 工作现场10 m以内,应设栏杆挡隔。

3. 工作过程中,设专人看守和监护。

4. 工作结束必须检查是否留下火种。

5. 作业现场必须备有消防器材。

6. 6 级以上大风无安全措施时禁止高空作业。

防触电措施

1. 在登高接近高压线或裸导线排时,或距离低压线小于2.5 m时,必须停电并经检查确无触电危险后,方准操作。

2. 应设监护人。电源开关近旁应设有监护人,遇有危险征象时立即拉闸,并进行抢救。

3. 在登高作业时,不得使用带有高频振荡器的焊机,以防万一触电,失足摔落。

4. 禁止将电缆缠绕在身上操作。

防高处坠落措施

1. 安全网。登高焊割作业必须使用防火耐热材料制成的安全网,张挺应不得留缺口,而且层层翻高。

2. 脚手架。不得用不耐热、不耐火的、有腐蚀或机械损伤的木板或铁木混合板。

3. 安全带。必须使用标准的防火安全带。

4. 胶底鞋。

5. 梯子要符合安全要求。梯脚需包橡皮防滑垫,与地面夹角不应大于 60°。

6. 6 级以上大风、雨天、雪天、雾天,无安全措施时,禁止登高焊割作业。

7. 作业人员要进行健康检查。患有血压高、心脏病、癫痫病者不准登高作业。

8. 酒后不得登高作业。

防物体打击措施

1. 凡登高进行焊割操作和进入登高作业区域,必须戴好安全帽。

2. 登高作业的焊条、工具和小零件等必须装在牢固无孔洞的工具袋内。

3. 工作过程中和工作结束后,应随时将作业点周围的一切物件清理干净。

4. 不得在空中投掷材料或物件、焊条头。可采用绳子吊运各种工具及材料,但大型零件和材料,应用起重设备吊运。

shuixia hange zuoye anquan
【水下焊割作业安全】 水下的条件特殊,在水下进行电焊和气割的危险性大,必须采取特殊的安全防护措施。

发生的工伤事故

1. 爆炸。由于被焊割的构件内存在有化学危险品、弹药等,或焊割未经安全处理的燃料容器和管道,或气割过程中形成爆炸性混合气体等原因引起的爆炸事故。

2. 灼烫及窒息。炽热金属熔滴或回火造成的烧伤烫伤,以及由于烧坏供气管、潜水服等潜水装具造成的潜水病或窒息。

3. 电击。由于绝缘损坏漏电或直接触及电极等带电体引起的触电,或因触电痉挛引起的溺水二次事故。

4. 物体打击。水下结构物件的倒塌坠落发生挤伤、压伤、碰伤和砸伤等机械性伤亡事故。

5. 其他。如作业环境的不安全因素(像风浪等)引起的溺水事故。

准备工作安全措施

1. 焊割炬在使用前应作绝缘、水密性和工艺性能的检查,需先在水面进行实验。

2. 水下焊割前应查明作业区的周围环境,调查了解作业区域的水深、水文、气象和被焊割物体的结构等情况。

3. 应当让潜水焊割工有一个合适的工作位置,禁

止在悬浮状态下进行操作。

4. 潜水焊割工应备有传声器，以便随时和水面上的支持人员取得联系。不允许在没有任何通讯联络的情况下进行水下焊割作业。

5. 在水下焊割开始操作前应仔细检查整理供气胶管、电缆、设备、工具和信号绳。在任何情况下，都不得使这些装具和焊割工本身处于熔渣溅落和流动的路线上。

6. 水下焊割作业点所处的水流速度超过0.1～0.3 m/s，水面风力超过6级时，禁止水下焊割作业。

预防爆炸安全措施

1. 水下焊割工作前，必须清除被焊割结构内部的可燃易爆物质。

2. 凡是在水下进行立割时，即无论气体的上升是否有阻碍物，都应从上向下进行切割。

3. 进行密闭容器、储油罐、油管和储气罐等水下焊割工程时，必须先按照燃料容器焊补的安全要求采取技术措施（包括置换、取样分析化验等），然后方可焊割。

4. 为了防止回火可能造成的危害，除了在供气总管处安装回火防止器外，还应在割炬柄与供气管之间安装防爆阀。防爆阀由逆止阀和火焰消除器组成。

预防触电安全措施

1. 潜水焊割工在水下接触的焊接设备和工具，都必须包敷可靠的绝缘护套，并应水密性检查。

2. 电焊机必须接地，接地导线头要磨光，所有触点及接头都应进行抗腐蚀处理，以防受腐蚀。

3. 电极应彻底绝缘和防水，以保证电接触仅仅在形成电弧的地方出现。潜水焊割工进行水下焊割作业时必须戴干燥的绝缘手套或穿戴干式潜水服。

4. 在焊割作业时，电流一旦接通，切勿背向工件的接地点，把自身置于工作点与接地点之间，而应面向接地点，把工作点置于自身与接地点之间。

5. 当电极熔化需要更新或工作完毕时，必须先发出拉闸信号，确认电路已经切断，方可去掉残余的电极头。

6. 水下湿法焊接与切割的电路中，应安装焊接专用的自动开关箱；水下干法或局部干法焊接电路控制系统中，应安置事故报警系统和断电系统。

7. 在任何情况下都禁止利用油管、船体、缆索或海水等作为电焊机回路的导体。

预防灼烫安全措施

1. 割炬的点火器可在水面点燃带入水下作业点，或带点火器到水下点火。不得携带点燃的切割炬下水。

2. 潜水焊割工应避免在自己的头顶上进行作业，仰焊和仰割操作容易被坠落的金属熔滴烫伤及烧坏潜水装具。

3. 在任何情况下都不允许水下焊割工将割炬、割枪或电极对准自身和潜水装具。

4. 在水下干法焊接（焊接舱内焊接），应穿戴特制的防火、耐高温的防护服和手套。

5. 潜水焊割工应当细心谨慎地保护好供气管和潜水服不被烧坏。不得将软管夹在腋下或两腿间，因为软管可能因回火而发生爆炸，将会击穿或烧坏潜水服。

预防物体打击安全措施

1. 在水下进行装配点焊时，必须查实点焊牢固而无塌落危险后，方可通知水面松开安装吊索。

2. 焊接临时吊耳和拉板，应采用与被焊构件相同或焊接性能相似的材料，并运用相应的焊接工艺，确保焊接质量。

3. 水下仰割或反手切割操作时，潜水切割工应给自身留出足够的避让位置，并且通知友邻及在其底下操作的潜水员避让后，才能最后割断构件。

zhihuan hanbu anquan

【置换焊补安全】 置换焊补为焊补前实行严格的惰性介质置换，使可燃物含量远小于爆炸下限的焊补方法。此方法操作中存在爆炸着火的危险性，而且常发生恶性事故。

着火爆炸事故的原因

1. 焊接动火前对容器内的可燃物置换不彻底，或取样化验和检测数据不准确，或取样化验检测部位不适当，造成在容器管道内或动火点的周围存在着爆炸性混合物。

2. 在焊补操作过程中，动火条件发生了变化。

3. 动火检修的容器未与生产系统隔绝，致使易燃气体或蒸气互相串通，进入动火区段；或是一面动火一面生产，互不联系，在放料排气时遇到火花。

4. 在尚具有燃烧和爆炸危险的车间、仓库等室内进行焊补检修。

5. 烧焊未经安全处理或未开孔洞的密封容器。

安全措施

为严格控制可燃物含量，确保安全可靠，必须采取下列安全措施。

1. 可靠隔离

(1)采用盲板使焊补的容器管道与生产的部分完全隔离。

(2)盲板除必须保证严密不漏气外，还应保证能耐管路的工作压力。

(3)为了避免盲板受压破裂，应在盲板与阀门之间加设放空管或压力表，并派专人看守。否则应将管路拆卸一节。

(4)凡可拆卸并有条件移动到固定动火区焊补的

容器管道，均应避免在车间内焊补。

2. 彻底置换

(1)通常采用蒸汽蒸煮，接着用置换介质吹净等方法将容器内部的可燃物质和有毒性物质置换排出。常用的置换介质有氮气、二氧化碳、水蒸气或水等。

(2)在可燃容器外焊补，且操作者不进入容器内，其内部的可燃物含量不得超过爆炸下限的1/3～1/4；如果需进入容器内操作，除保证可燃物不得超过上述的含量外，还应保证含氧量为18%～21%，毒物含量应符合《工业企业设计卫生标准》的规定。

(3)置换作业必须以气体成分化验分析合格为准。

(4)未经置换处理，或虽已置换但尚未分析化验气体成分为合格的可燃容器，均不得随意动火焊补。

(5)焊补前，燃料容器管道必须仔细清洗干净。

(6)有保温材料的容器管道，其里外都必须清洗。应将动火点周围1 m的保温材料拆除，焊完后再恢复。

3. 气体分析与监测

(1)检修动火开始前半小时内，必须从容器内外的不同地点取混合气样品进行化验分析，检查合格后才可开始动火焊补。

(2)焊补过程中需要继续用仪表监视，发现可燃气浓度上升到危险浓度时，要立即暂停动火，再次清洗到合格为止。

(3)动火焊补时应打开容器的人孔、手孔、清扫孔和放散管等。严禁焊补未开孔洞的密封容器。

4. 安全管理

(1)在检修动火前必须制定计划，包括动火作业的程序、安全措施和施工草图，并应通知厂内消防队。

(2)在工作地点周围10 m内应停止其他用火工作，并将易燃物品移到安全场所。

(3)必须准备好消防器材。在黑暗处所或夜间工作，应有足够的照明，并准备好带有防护罩的手提低压(12 V)行灯等。

hanjie de youhai yinsu

【焊接的有害因素】 各种焊接方法都会产生某些有害因素，不同的焊接工艺，其有害因素亦有所不同，大体有弧光辐射、烟尘、有毒气体、高温、高频电磁场、射线和噪声等七类。可分为物理因素——弧光、噪声、高频电磁场、热辐射、放射性；化学因素——烟尘、有毒气体。

焊接有害因素具有下列基本特点：

1. 焊接劳动卫生的主要研究对象是熔化焊，而其中明弧焊的劳动卫生问题最大，埋弧焊、电渣焊的问题最少。

2. 药皮焊条手工电弧焊、炭弧气刨和CO_2气体保护焊等的主要有害因素是焊接过程中产生的烟尘——电焊烟尘。特别是焊条手弧焊和炭弧气刨，如果长期在作业空间狭小的环境里(锅炉、船舱、密闭容器和管道等)焊接操作，而且在卫生防护不好的情况下，会对呼吸系统等造成危害，严重时易患电焊尘肺。

3. 有毒气体是气电焊和等离子弧焊的一种主要有害因素，浓度比较高时会引起中毒症状。其中特别是臭氧和氮氧化物，它们是电弧高温辐射作用于空气中的氧和氮而产生的。

4. 弧光辐射是所有明弧焊共同的有害因素，由此引起的电光性眼病是明弧焊的一种特殊职业病。弧光辐射还会伤害皮肤，使焊工患皮炎、红斑和小水泡等皮肤疾病。此外，还会损坏棉织纤维。

5. 钨极氩弧焊和等离子弧焊，由于焊机设置高频振荡器帮助引弧，所以存在有害因素——高频电磁场，特别是高频振荡器工作时间较长的焊机(如某些工厂自制的氩弧焊机)。高频电磁场会使焊工患神经系统和血液系统的疾病。

由于使用钍钨棒电极，钍是放射性物质，所以存在射线有害因素(α、β和γ射线)，在钍钨棒贮存和磨尖的砂轮机周围，有可能造成放射性危害。

6. 等离子弧焊、喷涂和切割时，产生强烈噪声，在防护不好的情况下，会损伤焊工的听觉神经。

7. 有色金属气焊时的主要有害因素，是熔融金属蒸发于空气中形成的氧化物尘烟，和来自焊剂的毒性气体。

各种焊接工艺方法在施焊过程中单一有害因素存在的可能性都很小，除了其主要有害因素外，还会有上述若干其他有害因素同时存在。必须指出，同时有几种有害因素存在，比起单一有害因素，对人体的毒性作用更大。所以，对某些看来并不超过卫生标准规定的有害因素，亦应当采取必要的卫生防护措施的缘故。

hanjie huguang fushe fanghu

【焊接弧光辐射防护】 指在焊接作业中，对红外线、可见光线和紫外线的辐射防护。

焊接弧光对人体的伤害

1. 焊接弧光的紫外线过度照射会引起眼睛患急性角膜炎，称为电光性眼炎。这是明弧焊直接操作和辅助工人的一种特殊职业性眼病。波长很短的紫外线，能损害结膜和角膜，有时甚至侵及虹膜和视网膜。

红外线对人体的危害主要是引起组织的热作用。眼部受到强烈的红外线辐射，会立即感到强烈的灼伤和灼痛，长期接触可能造成红外线白内障，视力减退，严重时能导致失明。此外，还会造成视网膜灼伤。

眼睛被弧光的可见光照射后，眼睛疼痛，看不清东西，通常叫电焊“晃眼”，短时间内失去劳动

能力。

2. 皮肤受弧光的强烈紫外线作用时,可引起皮炎、弥漫性红斑,有时出现小水泡、渗出液和浮肿,有烧灼感、发痒。

3. 此外,焊接电弧的紫外线辐射对纤维的破坏能力强,其中以棉织品为最甚。因光化学作用结果,可致棉布工作服氧化变质而破碎。

防护措施

1. 为保护眼睛不受弧光伤害,焊接时必须用镶有特制防护镜片的面罩。防护镜片有吸收式滤光镜片、反射式防护镜片和变色护目镜片等。滤光镜片根据颜色深浅分有几种牌号,应按照焊接电流的强度选用,见下表。

2. 为防止弧光灼伤皮肤,焊工必须穿好工作服,戴好手套和鞋盖等。

3. 为保护焊接工作与其他生产人员免受弧光辐射伤害,可采用防护屏。

国产护目玻璃的牌号及用途

玻璃牌号	颜色深浅	用途
12	最暗	供电流大于350 A的焊接用
11	中等	供电流在100~350 A的焊接用
10	最浅	供电流小于100 A的焊接用

dianhan yanchen he youdu qiti fanghu

【电焊烟尘和有毒气体防护】 电焊烟尘是手工电弧焊的主要有害因素,当采用碱性焊条时,还会产生有毒气体(氟化氢)。氩弧焊、等离子弧焊的主要有毒气体是臭氧、氮氧化物;CO_2 焊的主要有毒气体是一氧化碳。

电焊烟尘的来源和成分

1. 电焊烟尘的形成过程是液态金属和药皮的过热—蒸发—氧化—冷凝。

2. 电焊烟尘的化学成分见表1。

表1 电焊烟尘主要化学成分质量分数 %

焊条	主要化学成分				
	Fe_2O_3	Fe_2O	SiO_2	MnO_2	K_2O
结422	44	1.49	17.7	7.26	6.15
结507	24.6	—	5.98	6.35	—
焊条	主要化学成分				
	Na_2O	CaO	KF	NaF	CaF_2
结422	5.15	1	9.5	—	
结507	17.5	4.6	6.19	13.15	16.05

3. 黑色金属焊接时的发尘量及其主要毒物见表2。

表2 黑色金属焊接时发尘量及主要毒物

焊接工艺		发尘量(g/kg)	粉尘中主要毒物	备注
焊条电弧焊	低氢型普低钢焊条(结507)	11.1~13.1	F、Mn	粉尘化学成分(%):Mn为4.2~5.4,可溶性氟为8.5~10.7,全氟为21.4
	钛钙型低碳钢焊条(结422)	7.7	Mn	锰为7.7,可溶性氟为1.7,全氟为1.7
	钛铁型低碳钢焊条(结423)	11.5	Mn	
	高效率铁粉焊条	10~22	Mn	发尘量与电流关系较大
气体保护电弧焊	CO_2 保护粉芯焊丝	11~13	Mn	发尘量与电流无关
	CO_2 保护实芯焊丝	8	Mn	
	$Ar+5\%\ O_2$ 保护实芯焊丝	3~6.5	Mn	

电焊烟尘的职业危害 在通风不良的条件下,长期接触电焊烟尘,有可能造成以下职业危害:

1. 焊工尘肺。指由于长期吸入超过规定浓度的电焊烟尘引起肺组织弥漫性纤维化的疾病。焊工尘肺在过去被称为"铁末沉着症"。目前认为是由于长期吸入超过允许质量浓度的以氧化铁为主,并有无定型二氧化硅、硅酸盐、锰、铁、铬以及臭氧、氮氧化物等的混合烟尘和有毒气体,并在肺组织中长期作用所致的混合性尘肺。

焊工尘肺的发病一般比较缓慢,多在接触焊接烟尘后10年,有的长达15~20年以上。主要表现为呼吸系统症状,有气短、咳嗽、咯痰、胸闷和胸痛。

电焊工尘肺X射线分期诊断标准,将焊工尘肺分为正常范围(代号焊0),疑似电焊尘肺(焊0、焊Ⅰ),一期电焊尘肺(焊Ⅰ),二期电焊尘肺(焊Ⅱ),三期电焊尘肺(焊Ⅲ)。

2. 焊工锰中毒。长期吸入含超过允许浓度的锰及其化合物的电焊烟尘,则可能造成锰中毒。锰的化合物和锰尘可通过呼吸道和消化道侵入机体,主要经呼吸道进入体内。

焊工锰中毒早期表现为疲劳乏力,时常头痛头晕,失眠、记忆力减退,以及植物神经功能紊乱,如舌、眼睑和手指的细微振颤等。中毒进一步发展时,神经精神症状均更明显。而且转弯、跨越、下蹲等都较困难,走路时表现左右摇摆或前冲后倒,书写时振颤不清等。

3. 焊工金属热。焊接金属烟尘中直径在 $\phi0.05\sim\phi0.5\mu m$ 的氧化铁、氧化锰微粒和氟化物等,容

易通过上呼吸道进入细支气管末梢和肺泡，再进入体内，引起焊工金属热反应。主要症状是工作后发烧、寒战、口内有金属味、恶心、食欲不振、乏力等。

有毒气体的来源与危害

1. 臭氧。空气中的氧在焊接电弧辐射短波紫外线的激发下，大量地被破坏，生成臭氧（$O_2 \xrightarrow{\text{短波紫外线}} 2O; 2O_2 + 2O \rightarrow 2O_3$）。臭氧是一种刺激性有毒气体，呈淡蓝色。我国卫生标准规定，臭氧最高允许质量浓度为0.3 mg/m^3。熔化极气体保护焊母材和保护气体对臭氧浓度的影响见表3。

表3　熔化极气体保护焊母材和气体对臭氧浓度的影响

保护气体	母材	臭氧产生量(mg/min)($\times10^{-3}$)
Ar	铝	300
Ar	碳钢	73
CO_2	碳钢	7

工艺参数对臭氧浓度的影响见表4。

表4　工艺参数对臭氧浓度的影响

焊接方法	保护气体	母　材	电流(A)	电弧周围150 mm处臭氧平均浓度($\times10^{-6}$)
焊条电弧焊	—	碳钢	250	0.22
		碳钢	450	0.16
粉芯焊丝电弧焊	—	—	930	0.24
	CO_2	—	1100	0.23
钨极气体保护焊	Ar	碳钢	150	0.27
	Ar	不锈钢	150	0.17
	Ar	铝	150	0.15
	Ar + 2% O_2	碳钢	300	2.1
	Ar + 2% O_2	不锈钢	300	1.7
熔化极气体保护焊	Ar	铝	300	8.4
	Ar + 2% O_2	铝	300	6.1
	Ar	Al - 5Mg	300	3.1
	Ar + 2% O_2	Al - 5Mg	300	2.3
	Ar	Al - 5Si	300	14.2
	Ar + 2% O_2	Al - 5Si	300	14.2

臭氧对人体的危害主要是对呼吸道及肺有强烈刺激作用。臭氧浓度超过一定限度时，往往引起咳嗽、胸闷、食欲不振、疲劳无力、头晕、全身疼痛等。严重时，特别是在密闭容器内焊接而又通风不良时，可引起支气管炎和肺水肿等。

2. 氮氧化物。氩弧焊和等离子弧焊主要毒物是由于焊接电弧的高温作用，引起空气中氮、氧分子离解、重新结合而形成的。明弧焊中常见的氮氧化物为二氧化氮。氮氧化物也是属于具有刺激性的有毒气体。二氧化氮是红褐色气体，我国卫生标准规定，氮氧化物（换算为 NO_2）的允许最高质量浓度为5 mg/m^3。氮氧化物对人体的危害主要是对肺有刺激作用，高浓度的二氧化氮吸入到肺泡后，逐渐与水作用形成硝酸与亚硝酸，对肺组织产生强烈刺激及腐蚀作用，能引起上呼吸道黏膜发炎、慢性支气管炎等。

3. 一氧化碳。各种明弧焊都产生一氧化碳有害气体，但其中以二氧化碳保护焊产生的 CO 浓度最高，主要来源是由于 CO_2 气体在电弧高温作用下发生分解而形成：$CO_2 \rightleftharpoons CO + [O]$。

CO 是一种窒息性气体。我国卫生标准规定 CO 的最高允许质量浓度为30 mg/m^3，对于作业时间短暂的可予放宽。

CO 对人体的毒性作用是使氧在体内的运输或组织利用氧的功能发生障碍，造成缺氧，表现出缺氧的一系列症状和体征。根据对部分 CO_2 气体保护焊工血液中碳氧血红蛋白的现场检验测定结果，发现普遍高于正常水平，但采取了通风措施后，焊工血液中的碳氧血红蛋白浓度显著下降。

4. 氟化氢。氟化氢主要产生于焊条电弧焊。在低氢型焊条的药皮里通常都含有萤石（CaF_2）和石英（SiO_2），在电弧高温作用下形成氟化氢（HF）气体。

氟化氢是属于具有刺激性的有毒气体。目前，我国的卫生标准规定质量浓度为1 mg/m^3。

吸入较高浓度的氟及氟化氢气体或蒸气，可立即产生眼鼻和呼吸道黏膜的刺激症状。引起鼻腔和咽喉黏膜充血、干燥、鼻腔溃疡等，严重时可发生支气管炎、肺炎等。

电焊烟尘与有毒气体防护

1. 通风措施。通风技术措施是消除焊接尘毒的危害和改善劳动条件的有力措施，其中局部排气是目前所有各种类型通风措施中使用效果最好、方便灵活、设备费用较少的有效措施，在焊接作业中得到广泛的应用。

2. 改革焊接工艺和材料。合理地设计焊接容器结构，减少以至容器内部完全不用焊缝，尽可能采用单面焊双面成型的新工艺。这样可以减少或避免在容器内施焊的机会，使操作者减轻受危害的程度；采用无毒或毒性小的焊接材料代替毒性大的焊接材料，亦是预防职业性危害的有效措施。如各种低尘低毒焊条；又如当前正在研制的用铈钨棒代替钍钨棒可以基本上消除放射性污染等等；工业机械手在焊接操作中的应用，将可以从根本上消除焊接有毒气体和粉尘等对焊工的直接危害。

3. 个人防护措施。如通风头盔或面罩、护耳器、整体式工作服、口罩或通风口罩等。

hanjie gaopin dianci fushe fanghu

【焊接高频电磁辐射防护】 钨极氩弧焊和等离子弧焊为了迅速引燃电弧，需由高频振荡器来激发引弧，所以有高频电磁场存在。高频电磁场的卫生标准为20 V/m，磁场强度为5 A/m。现场对氩弧焊高频电场强度分布的测定见下表。

钨极氩弧焊高频电场强度 (V/m)

测位 \ 部位 \ 场强	工作位置		头部	胸部	膝部	踝部	手部	备注
焊工前方	脚动开关		48	76	96	58	106	蹲式作业
	手动开关		62	62	72	58	106	蹲式作业
焊工后方	脚动开关		48	66	58	19		蹲式作业
	手动开关		53	68	58	19		蹲式作业
焊工前方	0.5 m		19	27	48	66		
	1 m		7.5	10	18	23		
焊工前方	1.5 m		6	7	8	8		
	2 m		5.7	5.7	5	4		
	3 m		0	0	0	0		
焊工右侧	1 m		28	42	106	30.4		
	2 m		2	2	0	0		
	3 m		0	0	0	0		
振荡器	开门		124					
	关门	前	54					
		侧	54					
振荡器	前距1 m		30					
	侧距1 m		5					

由于每次启动高频振荡器时间只有2～3 s，每个工作日接触调频的累积时间在10 min左右。接触时间又是断续的，因此高频电磁场对人体的影响较小，一般不足以造成危害。但是，考虑到焊接操作中的有害因素不是单一的，所以仍有采取防护措施的必要。

防护措施有：

1. 减少高频电的作用时间，若使用振荡器旨在引弧，则可于引弧后立即切断振荡器线路。

2. 工件良好接地。施焊工件的地线做到良好接地，能大大降低高频电流，接地点距工件越近，情况越能得到改善。

3. 在不影响使用的情况下，降低振荡器频率。

4. 采取屏蔽措施。

hanjie fangshexing fanghu

【焊接放射性防护】 氩弧焊和等离子弧焊使用的钍钨棒电极中的钍，是天然放射性物质，能放射出α、β、γ三种射线，其中α射线占90%，β射线占9%，γ射线占1%。焊接操作时，基本的和主要的危害形式是钍及其衰变产物呈气溶胶和气体的形式进入体内。人体长期受到超允许剂量的外照射或放射性物质经常少量进入并蓄积在体内，都可能引起病变，造成中枢神经系统、造血器官和消化系统的疾病，严重者易患放射病。

根据对氩弧焊和等离子弧焊的放射性测定，一般都低于最高允许浓度。但是在钍钨棒磨尖、修理时，特别是贮存地点，放射性浓度大大高于焊接地点，可达到或接近最高允许浓度，见下表。

等离子弧工艺使用不同阴极材料时α放射性气溶胶和钍钨电极作为阴极时钍射气浓度的测定结果*

工艺方式	α放射性气溶胶($\times 3.7\times 10^{-5}$Bq/L)				使用钍钨棒时的钍射气浓度
	钍钨	锆钨	铈钨	W—52	($\times 3.7\times 10^{-3}$Bq/L)
等离子弧切割	本底～1.6	本底	本底	—	本底
等离子弧堆焊	1.1				
	0.2(无抽风)	0.046	—	0.47	
	0.1(有抽风)	本底			
等离子弧焊接	3.25	—	—	—	0.011～0.08
等离子弧喷涂	本底～0.1	—	—	—	0.7～1.0
等离子弧熔炼	0.9～1.1	—	—	—	0.5～0.7
钍钨棒贮存室	本底	—	—	—	4.1～4.3
钍钨棒磨尖	0.66～0.88				
	12.5～15.5	—	本底～1.26	本底0.23	—

注：* 国家规定的卫生标准钍(天然)为7.4×10^{-5}Bq/L，钍射气为1.11Bq/L，氡为1.11Bq/L。

防护措施有：

1. 综合性防护措施如对施焊区实行密闭，用薄金属板制成密闭罩，将焊枪和焊件置于罩内，罩的一侧设有观察防护镜。

2. 焊接地点应设有单室，钍钨棒贮存地点应固定在地下室封闭式箱内。大量存放时应藏于铁箱里，并安装通风装置。

3. 应备有专用砂轮来磨尖钍钨棒，对砂轮机应安装除尘设备。

4. 手工焊接操作时，必须戴送风防护头盔或采取其他有效措施。

5. 选用合理的工艺规范可避免钍钨棒的过量

烧损。

6. 接触钍钨棒后，应用流动水和肥皂洗手，并经常清洗工作服及手套等。

7. 真空电子束焊的防护重点是 X 射线，首先是焊接室的结构应合理，并采取防护措施。为防止 X 射线对人体的损伤，真空焊接室壁应采取屏蔽防护。

hanjie zaosheng fanghu

【焊接噪声防护】 在等离子喷焊、喷涂和切割等工艺过程中，由于工作气体与保护气体以一定的速度流动，经压缩的等离子焰流以10 000 m/min的流速从喷枪口高速喷出，在工作气体与保护气体的不同流速的流层之间、气流与静止的固体介质面之间、气流与空气之间等都在互相作用。这种作用可以产生周期性的压力起伏、振动及摩擦，就产生了噪声。而且噪声强度较高，大多在100 dB(A)以上，尤以喷涂作业为高，可达123 dB(A)，且较强噪声频率均在1 000 Hz以上，且超过了允许强度[75 ~ 85 dB(A)]。所以，在等离子弧焊工作中，应重视对噪声的防护。

防护措施有：

1. 等离子弧焊接工艺产生的噪声强度与工作气体的种类、流量等有关，因此应在保证工艺正常进行、符合质量要求的前提下，选择一种低噪声的工作参数。

2. 研制和采用适合于焊枪喷出口部位的小型消声器。考虑到这类噪声具有高频性，因此采用消声器对降低噪声有较好效果。

3. 操作者应佩戴隔音耳罩或隔音耳塞等个人防护器。耳罩的隔音效能优于耳塞，但体积较大，戴用稍有不便。耳塞种类很多，常用的为耳研 5 型橡胶耳塞，具有携带方便、经济耐用、隔音较好等优点。该耳塞的隔音效能低频为 10 ~ 15 dB(A)，中频为 20 ~ 30 dB(A)，高频为 30 ~ 40 dB(A)。

4. 在房屋结构、设备等部分采用吸声或隔音材料，均很有效。采用密闭罩施焊时，可在屏蔽上衬以石棉等消声材料，也有一定效果。

qihan yu qige de weixianxing

【气焊与气割的危险性】 气焊是利用可燃气体与氧气混合燃烧的火焰加热金属的一种熔化焊。常用可燃气体为乙炔气。气割是利用可燃气体与氧气混合燃烧的预热火焰，将金属加热至燃烧点，并在氧气射流中剧烈燃烧而将金属分割的加工方法。常用可燃气体为乙炔或液化石油气。火灾和爆炸是气焊与气割的主要危险。用来加热金属的主要能源乙炔、液化石油气、氧气和电石等，都属于可燃易爆的危险品；主要设备氧气瓶、乙炔发生器、乙炔瓶和液化石油气瓶都属于压力容器。而在焊补燃料容器(塔、气柜、桶、箱和罐等)与管道时，还会遇到其他许多可燃气体、蒸气和各种压力容器。由于气焊与气割操作中需要与危险物品和压力容器接触，同时又使用明火，如果焊接设备或安全装置有缺陷，或者违反安全操作规程，就容易构成火灾和爆炸的条件，从而发生事故。

在气焊火焰的作用下，尤其是气割时切割氧射流的喷射，使火星、熔珠和熔渣四处飞溅，容易造成烧伤和烫伤事故。而且较大的熔珠、火星和熔渣能飞溅到距操作点5 m以外的地方，还会引燃可燃易爆物品，而发生火灾和爆炸事故。

工厂企业(尤其是化工、石油、冶金等)的设备与管道安装和检修焊补，经常需要进行高处气焊与气割作业，这就存在着登高焊割作业的高处坠落，以及溅落的火星引燃地面的可燃易爆物品等不安全因素。

有色金属铅、铜、镁及其合金气焊时，在火焰高温作用下会蒸发成金属烟尘，如黄铜的焊接过程中放散大量锌蒸气；铅的焊接过程中放散铅和氧化铅蒸气等有毒的金属蒸气。此外，焊粉和钎剂还会散发出氯盐和氟盐的燃烧产物。在检修补焊操作中，还会遇到来自容器和管道里的其他生产性毒物与有害气体，尤其是在锅炉、舱室、密闭器与管道、地沟或门窗关闭等室内或作业空间狭小的地方，更可能造成焊工的急性中毒。

yique de ranbao texing yu shiyong anquan

【乙炔的燃爆特性与使用安全】 气焊与气割的主要能源乙炔气是属于一级危险品。

乙炔的燃爆特性

1. 乙炔是不饱和的碳氢化合物，分子式为 C_2H_2，密度为1.17 kg/m^3，工业用乙炔因含硫化氢(H_2S)和磷化氢(PH_3)等杂质，故具有特殊的臭味。

2. 乙炔的自燃点为335 ℃，容易受热自燃。

3. 乙炔的点火能量小，仅为0.019 mJ，即将熄灭的烟灰就具有这个能量，容易发火。

4. 乙炔完全燃烧的反应式为：$2C_2H_2 + 5O_2 = 4CO_2 + 2H_2O + Q$。在空气中燃烧的火焰温度为2 350 ℃，在氧气中为 3 100 ~ 3 300 ℃，火焰的传播速度在空气中为 2 ~ 8.7 m/s，在氧气中为13.5 m/s。

5. 乙炔受热或受压容易发生聚合、加成、取代和爆炸性分解等化学反应。

6. 存放乙炔的容器与管道直径越大，爆炸危险性亦越大；直径越小则越不易爆炸。

7. 工业用乙炔有杂质硫化氢和磷化氢。磷化氢的自燃点很低，在100 ℃的温度下就会发生自燃，是引起乙炔发生器着火爆炸的原因之一。安全规则规定乙炔含磷化氢不得超过 0.08%(体积)。

8. 乙炔与空气、氧气或氯气混合，会增加其爆炸危险性。乙炔与空气混合的爆炸极限为 2.2% ~ 81%。其自燃点为335 ℃，在这一温度，即使在大气压下也能使爆炸性混合物发生爆炸。乙炔与氧气混合有

较宽的爆炸极限范围，为 2.8% ~93%，其自燃点为 300 ℃。乙炔与氯、次氯酸盐等化合，在日光照射下或加热就会发生燃烧爆炸，所以乙炔着火时严禁用四氯化碳灭火器救火。此外，乙炔不能与氟、溴、碘、钾、钴等能起化学反应和发生燃爆危险的元素接触。

9. 乙炔与铜、银、水银等金属或其盐类长期接触时，会生成乙炔铜和乙炔银等爆炸性化合物，当受到摩擦或冲击时就会发生爆炸。凡供乙炔使用的器材（容器、管道、阀门等），都不能用银和含铜量 70% 以上的铜合金制作。

10. 乙炔与氮气、一氧化碳和水蒸气等混合时，会降低其爆炸危险性。

乙炔的使用安全要求

1. 不得超过安全规定的压力极限。如中压乙炔发生器的乙炔压力不得超过0.147 MPa。

2. 不得超过安全规定的温度。如乙炔发生器出气口的乙炔温度应低于40 ℃，水温应低于60 ℃。

3. 乙炔着火时，严禁用四氯化碳灭火器扑救，宜用二氧化碳灭火器或干粉灭火器救火。

4. 在任何情况下，都应注意避免在容器或管道里形成 C_2H_2—空气或 C_2H_2—O_2 混合气体。一旦形成这类混合气体，应采取安全措施，如从排气门或焊割炬排除后，才能给焊割炬点火。

5. 乙炔发生器的温度只能用酒精温度计指示，禁用水银温度计，不得使用含铜量超过 70% 的铜合金、银等作为垫圈、管接头及其他零部件。

6. 乙炔含磷化氢应低于 0.08%（体积）。在启用一批新的电石时，或对电石质量情况不明时，应及时化验分析乙炔的 PH_3 含量。

7. 装盛乙炔的容器或管道，不得随便进行焊补或切割，必须进行置换后清洗，合格后才能动火。

yehua shiyouqi de weixianxing yu shiyong anquan

【液化石油气的危险性与使用安全】 液化石油气主要用于气割以取代乙炔气。

液化石油气的燃爆危险性

1. 在气割时用液化石油气代替乙炔，液化石油气由丙烷（C_3H_8）、丙烯（C_3H_6）、丁烷（C_4H_{10}）和丁烯（C_4H_8）等气体混合组成，在常温常压下组成石油气的这些碳氢化合物以气体状态存在。但只要加上不大的压力即变成液体。

2. 组成石油气的气体都能和空气形成爆炸性混合物。但它们的爆炸极限范围都比较窄。例如，丙烷、丁烷和丁烯的爆炸极限分别为 2.19% ~9.5%、1.15% ~8.4%和1.7% ~9.6%，比乙炔要安全得多，但石油气与氧气混合有较宽的爆炸极限，范围为 3.2% ~64%。

3. 石油气易挥发，闪点低（如组分丙烷挥发点为 -42 ℃，闪点为 -20 ℃）。

4. 石油气的燃烧反应以丙烷为代表：$C_3H_8 + 5O_2 = 3CO_2 + 4H_2O + 2\,347 \times 10^3$ J/mol。火焰温度为2 000 ~2 850 ℃。

5. 气态石油气比空气重（约 1.5 倍），习惯于向低处流动而滞留积聚。液化石油气能漂浮在水沟的液面上，随水流动并在死角处聚集。

6. 液态石油气容易挥发，如果从气瓶中滴漏出来，会扩散成体积为 350 倍的气体。

7. 石油气对普通橡胶导管和衬垫有发生润胀和腐蚀的作用，能造成胶管和衬垫的穿孔或破裂。

液化石油气使用安全要求

1. 使用和贮存石油气瓶的车间和库房的下水道排出口，应设置安全水封；电缆沟进出口应填装砂土；暖气沟进出口应砌砖抹灰，防止石油气窜入其中发生火灾爆炸。室内通风孔除设在高处外，低处亦设有通风孔，以利空气对流。

2. 不得自行倒出石油气残液，以防遇火成灾。

3. 必须采用耐油性强的橡胶，不得随意更换衬垫和胶管，以防腐蚀漏气。

yasuo chunyang de weixianxing yu shiyong anquan

【压缩纯氧的危险性与使用安全】 气焊与气割使用的压缩纯氧是强氧化剂，属于危险物品。

压缩纯氧的危险性

1. 气焊与气割用一级纯氧纯度为 99.2%，二级为 98.5%，满灌氧气瓶的压力为14.7 MPa。

2. 氧气是强氧化剂，增加氧的纯度和压力会使氧化反应显著地加剧。金属的燃点随着氧气压力的增加而降低。

3. 当压缩纯氧与矿物油、油脂或细微分散的可燃粉尘（炭粉、有机物纤维等）接触时，由于剧烈的氧化升温、积热而能够发生自燃，构成火灾或爆炸的条件。

4. 氧气几乎能与所有可燃性气体和蒸气混合而形成爆炸性混合物，这种混合物具有较宽的爆炸极限范围，多孔性有机物质（炭、炭黑、泥炭、羊毛纤维等）浸透了液态氧（所谓液态炸药），在一定的冲击力下，就会产生剧烈的爆炸。

压缩纯氧使用安全要求

1. 严禁用压缩纯氧通风换气；
2. 严禁作为气动工具动力源；
3. 严禁接触油脂和有机物；
4. 禁止用来吹扫工作服。

dianshi de weixianxing yu shiyong anquan

【电石的危险性与使用安全】 气焊与气割的乙炔气是采用电石与水的相互作用制取的。电石属于遇水燃烧一级危险品。

电石的危险性

1. 电石是碳化钙的俗称，分子式 CaC_2，工业用电石密度为 2.2 ~ 2.8 g/cm³。电石的制造是将焦炭和氧化钙放在电炉中熔炼：$CaO + 3C = CaC_2 + CO - 4\,518.72$ J/mol，制取 1t 电石约需耗电3 500 kW·h。电石粒度一般为 20 ~ 80 mm。

2. 碳化钙本身不具燃烧性质，但与水的化合作用极为活跃，电石与水接触或吸收空气中潮气立即分解，产生乙炔气并放出大量热量，该热量即可引起乙炔的着火爆炸。电石与水的化合反应式为：

$$CaC_2 + 2H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2 + 127.19\ J/mol$$

3. 由于电石与水化合时放出大量热量，如果不能及时导出，在散热不良的条件下，就会因积热升温而促使乙炔着火爆炸。

电石过热是乙炔发生器着火爆炸事故的主要原因之一。考虑到电石的热效应，根据发生器的不同原理，分解1 kg电石的用水量，包括分解和冷却用水应为 5 ~ 15 kg。

4. 电石发生着火爆炸的危险性与分解速度有关。电石与水作用的分解速度单位是 L/(kg·min)。它与电石的粒度、纯度及水的纯度、温度等有关。其中粒度是最重要的影响因素，对粒度为 2 ~ 4 mm 至 50 ~ 80 mm的电石来说，其完全分解的时间变动于 1.17 ~ 16.57 min之间。

电石粒度越小，分解速度越快，单位时间内产热越多，而积热升温引起乙炔的燃爆就越迅速。因此，应当按规定的粒度给发生器加料。一般结构的发生器严禁使用粒度小于2 mm的电石粉（俗称芝麻电石），这种电石遇水后立即快速分解、冒黄烟、产生高热并结块，能促使乙炔自燃。当发生器含有空气时，将引起爆炸和着火。

5. 电石一般含有杂质硅铁，硅铁与硅铁或其他金属相互摩擦碰撞时，容易产生火花，往往成为乙炔燃烧爆炸的火源，发生意外事故。

6. 电石含有 CaS 和 Ca_3P_2 等有害杂质，其含量必须限制，以乙炔中的磷化氢含量不超过 0.08%（体积）为合格。

电石的使用安全

1. 搬运电石桶时应使用小车，轻装轻卸，不得从滑板滑下或在地面滚动，防止撞击摩擦产生火花而引起爆炸着火。

2. 电石桶在搬运过程中，应采取防潮措施，如发现桶盖不严密或鼓包等现象，应打开桶盖放气后，再将桶盖盖严。严禁在雨天搬运电石。

3. 给发生器装电石的操作应平稳，不得将电石掷入电石篮内。加料时如发现电石搭桥，可用木棒或含铜量小于 70% 的铜棒捅电石，禁止使用铁器捅电石。

4. 发生器自动加料的输送带或其他加料机构，应采取铺设橡胶垫片等措施。

5. 应当按发生器使用说明书规定的粒度，给发生器加料。移动式发生器的电石反应区如果有排热装置时，安全规则允许添加不超过 5% 的粒度为 2 ~ 25 mm 的电石；大型电石入水式乙炔发生器的电石粒度2 ~ 8 mm不应超过 30%。不得使用粒度大于80 mm的电石，因为容易发生搭桥卡料。

6. 应当根据发生器使用说明书的要求按时换水，并且应根据水位计或水位龙头的标志，供给足够数量的洁净水，避免电石发生过热现象。

7. 在发生器周围的地面上，或乙炔站、电石库房和破碎间等场所的电石粉末，应及时清扫，并分批倒入电石渣坑进行处理，避免电石吸潮气分解，使车间等屋内形成乙炔与空气爆炸性混合气。同样的道理，在乙炔站、焊接车间和气焊与气割的临时工作间等不得存放堆积超过发生器两天用量的电石，并且要采取防潮措施。

yique fashengqi zhaohuo baozha shigu yuanyin

【乙炔发生器着火爆炸事故原因】 乙炔发生器是利用电石与水相互作用制取乙炔的设备。乙炔和电石都属于一级危险品，同时还存在放热的化学反应，因此乙炔发生器是容易发生着火爆炸危险的设备。其事故原因主要如下。

设备与工具的原因

1. 缺少必要的安全装置或安全装置失灵。

2. 发生器罐体或胶管连接处漏气。

3. 结构设备不合理，冷却用水不足。

4. 发生器的活动部件互相摩擦碰撞产生火花等。

5. 发生器的温度或压力过高。

操作方面的原因

1. 回火而引起事故发生。

2. 在罐体或胶管中形成了乙炔与空气（氧气）混合气。

3. 未按时换水，水质不良或加水不足。

4. 装换电石时遇明火。

5. 解冻方法不当等。

原料的原因

1. 电石含磷过多。

2. 电石颗粒太细。

3. 电石含有硅铁。

规章制度的原因

1. 规章制度不健全。

2. 没有安全操作规程。

3. 非气焊工操作乙炔发生器。

4. 安全管理不善。

huihuo fangzhiqi

【回火防止器】 回火防止器是乙炔发生器和乙炔瓶必不可少的安全装置,有水封式或干式回火防止器之分。其作用是当气焊或气割操作发生回火时,阻止火焰在管道中蔓延。

回火防止器的安全技术条件

1. 能够可靠地防止火焰和爆炸波的传播,并能尽快将爆炸混合气排泄到大气里去。

2. 应具有泄压装置。

3. 能满足焊接工艺的要求,如不影响火焰温度、气体流量等。

4. 容易控制、检查、清洗和修理。

5. 当发生回火时,最好能自动切断气源。

回火防止器的使用安全要求

1. 每个岗位式回火防止器只能供一把焊炬或割炬使用。

2. 操作者不得擅自拆卸回火防止器,或在水封回火防止器无水或水量不足情况下进行焊接操作。

3. 焊炬或割炬点火前,应排净回火防止器内的空气(或氧气)与乙炔的混合气。

4. 每次发生回火后,应检查阻火介质(水封式的水量、干式的粉末冶金片或陶瓷管等),以及泄压部位(爆破片或泄压阀),待正常后才能继续使用。

5. 水封式回火防止器使用时应垂直挂放。

6. 冬季使用水封式回火防止器,工作结束后应将水全部放净并清洗,以防冻结。如发现冻结现象,只能用热水或蒸汽解冻,严禁烘烤。

7. 乙炔气容易产生带黏性油质的杂质,因此,应经常检查水封回火防止器逆止阀的密封性。干式回火防止器的阻火元件如发现堵塞现象,可将其浸于丙酮里清洗,再用压缩空气吹干,保持气路通畅。

yique fashengqi de baopuopian

【乙炔发生器的爆破片】 乙炔发生器的主罐和贮气罐必须安装爆破片,并且必须符合下列安全要求。

1. 爆破片安全性要求。乙炔发生器工作时,爆破片需长期承受工作压力、温度及气体腐蚀,还要保证设备的气密性,而且遇到爆炸增压时必须立即破裂。乙炔的爆炸在1 s内结束,这就要求泄压膜材料的安全性有以下几点要求:有足够的强度,以承受工作压力(一般在0.145 MPa以下);良好的耐热耐腐蚀性;应具有脆性,当受到爆炸波冲击时,易于破裂;厚度要尽可能地薄,但气密性要好。

2. 爆破片材料。用于乙炔发生器的泄压膜材料有铝箔片和橡胶片等。比较起来,用铝箔片比较理想。它的特点是延展和弹性都小,脆性大;并有足够的强度,厚度0.1 mm的铝箔片破裂压力为0.23 ~ 0.25 MPa,使用寿命长;气密性好。泄压孔直径小于100 mm时,可采用厚度为0.1 mm的铝箔片;孔径为ϕ100 ~ ϕ 300 mm时,应采用0.2 mm厚的铝箔片,以便消除膜片鼓包变形现象。同时可以在铝箔片上刻画刀痕或滚花,以减弱膜片的破裂强度,保证在发生爆炸时及时破裂。

3. 乙炔发生器爆破片面积计算。其计算式为:

$$S = fV$$

式中 S——爆破片面积,cm^2;

f——泄压系数(气空间),cm^2/L;

V——设备的气空间,L。

泄压系数与发生器各气室的空间体积,以及这一空间内混合气的成分有关。根据对容量为1 m^3/h的发生器的试验,并分别对3 m^3/h、5 m^3/h、10 m^3/h等发生器进行验证,其泄压系数分别如下:

用乙炔—氧气混合气爆炸试验时,贮气室、岗位回火防止器的泄压系数为6。

发气室应用乙炔—空气混合气作爆炸试验,其泄压系数为2~4。

对于产气量为5~10 m^3/h的乙炔发生器,随着罐体壁厚的增加及其强度和刚性增大,其泄压系数可适当缩小。

为保证在不利条件下能把爆炸气体安全泄出,气空间应按最大容积(即包括容器的气空间和液体所占空间)来计算。

对于容积大于300 L的罐体,其泄压面积的选用,应当通过爆破试验来确定较为可靠。

回火防止器及贮气罐泄压膜面积的大小是否合理和安全可靠,应以乙炔和氧气按1:1混合,压力为0.1 MPa发生爆炸时,能把过压释放掉而且回火防止器不会产生破裂飞溅物为准。主罐应用乙炔与空气的混合比为7%~13%的混合气发生爆炸时,能把过压释放掉而不致使贮气罐和主罐破裂及产生飞溅物为准。

yique fashengqi caozuo anquan

【乙炔发生器操作安全】 发生器的操作人员必须受过专门训练,熟悉发生器的结构、作用以及维护规则,并经安全技术考试合格。操作时应遵照下列安全操作要求:

1. 乙炔发生器禁止安置在锻工、铸工和热处理等热加工车间,正在运行的锅炉房等。固定式发生器应布置在单独的房间或专用棚子内。

2. 乙炔发生器不应布设在高压线下和吊车滑线下等处。不准靠近空气压缩机、通风机的吸风口附近,避雷针接地导体附近以及停放在可能成为电气回路的轨道、金属构件接地导体线上。

3. 乙炔发生器与明火、散发火花地点、高压电源线及其他热源应保持10 m以上的水平距离。不准安放

在剧烈振动的工作台和设备上。夏季使用移动式发生器时，严禁在烈日下暴晒。

4. 必须检查发生器的安全装置、管路、阀门操纵机构等，确定正常后才能灌水和加入电石。灌水必须按规定装足水量，并且灌入的水应是没有任何油污或其他杂质的洁净水。装电石时应根据各类发生器要求的定量来装，不能过满。

5. 冬季使用发生器时如发生冻结，只能用热水或蒸汽解冻，严禁用明火或烧红的铁烘烤，更不准用铁器等易产生火花的物体敲击。

6. 发生器启动前要检查回火防止器的水位等，待一切正常后，才能打开进水阀给电石送水，或通过操作杆让电石篮下降与水接触产生乙炔。这时应检查观察压力表、各处接头及安全阀等是否正常。

7. 发生器内水温超过95 ℃时，应该灌冷水，或暂时停止工作，采取冷却措施使温度下降，不可随便打开发生器和放水等，防止因电石过热而着火和爆炸。

8. 发生器停用时应先将电石篮提高脱离水面，或关闭进水阀使电石停止发气。然后再关闭出气阀门停止乙炔输出。

9. 工作结束（包括换电石时），打开发生器盖子，如冒出火苗时，应马上盖上盖子，隔绝空气。立即提升电石篮离开水面，待冷却降温后才能再开盖子和放水。禁止在盖上盖子后随即放水。

jiaoguan anquan
【胶管安全】 气焊与气割用胶管包括氧气胶管和乙炔胶管。

发生爆炸事故的原因

1. 胶管里已形成了乙炔与氧气混合气或乙炔与空气的混合气。

2. 由于回火而引起。

3. 由于磨损、挤压硬伤、腐蚀或保管维护不善，致使胶管老化、强度降低或漏气。

4. 制造质量不符合安全要求。

5. 氧气胶管沾有油脂或因高速气流产生静电火花等。

胶管使用安全要求

用于输送氧气与乙炔的胶管由内、外胶层和中间棉织纤维层组成，整个胶管需经过特别的化学加工处理，以防止其高度燃烧性。胶管的制造、保存、运输和使用应注意下列安全要求：

1. 应分别按照 GB2550—1992 氧气胶管国家标准和 GB2551—1992 乙炔胶管国家标准的规定保证制造质量。胶管应具有足够的抗压强度和阻燃特性。

2. 在保存、运输和使用胶管时必须注意维护，保持胶管的清洁和不受损坏。例如，避免阳光照射，雨雪侵淋、防止与酸、碱、油类及其他有机溶剂等影响胶管质量的物质接触。存放温度为 -15 ~ 40 ℃，距离热源应不小于1 m。如果由于保存和使用时维护不善，或胶管使用日久老化脆硬，这些胶管内的硫磺质被分解出来，常常会因此引起回火爆炸事故。

3. 新胶管在使用前，必须先把胶管内壁滑石粉吹除干净，防止焊割炬的通道被堵塞。在使用中应避免受外界挤压和机械损伤，也不得与上述影响胶管质量的物质接触，不得将管身折叠。

4. 氧气与乙炔胶管不得互相混用和代用，不得用氧气吹除乙炔胶管的堵塞物。同时，应随时检查和消除焊割炬的漏气堵塞等缺陷，防止在胶管内形成氧气与乙炔混合气。根据现行胶管制造的国家标准，规定氧气胶管为蓝色，乙炔胶管为红色，胶管允许工作压力分别为1.5 MPa和0.3 MPa。应当指出，上述国家标准规定的胶管颜色与国际标准（ISO）及我国《焊接与切割安全》国家标准（GB9448—88）氧气胶管为黑色、乙炔胶管为红色的规定不同；而且 1992 年以前国产氧气胶管为红色，乙炔胶管为黑色，容易造成胶管的混用和代用而发生事故，应按照国家标准的规定统一认识和使用。在使用进口设备胶管时应注意加以区别。

5. 如果发生回火倒燃进入氧气胶管的现象，则不可继续使用，必须换新。因为回火常常将胶管内胶层烧坏。此外，压缩纯氧又是强烈氧化剂，若再继续使用必将失去原来正常的安全性。

6. 气割操作需要较大的氧气输出量，因此与氧气表高压端连接的气瓶（或氧气管道）阀门应全打开，以便保证提供足够的流量和稳定的压力，防止低压表虽已表示工作压力，但使用时压力突然下降，此时容易发生回火，并可能倒燃进入氧气胶管而引起爆炸。

（五）电气安全

dianqi anquan
【电气安全】 电气安全是安全领域中与电关联的科学技术和管理工程。电气安全的主要任务之一是研究由电能直接和间接造成的各种事故，如触电事故、雷击事故、静电事故及危害、电磁辐射危害、电路故障及事故等，并研究这些事故的原因、构成、特点、规律以及防治措施和预测方法。电气安全的又一任务是研究用电气的方法，解决各种安全生产问题，如监测安全运行参数、控制安全操作过程、创造安全生产条件等。

电气安全是以电为领域，以安全为目标和主线的

专业学科，是电气领域中的独立学科。该学科包括电气安全科学研究、电气安全教学和电气安全实践。

除独立的专业特征外，电气安全还具有广泛性、综合性、发展性、迫切性等特点。广泛性表现在几乎所有生产领域、生活领域都离不开电，都会遇到各种不同的电气安全问题。综合性主要表现在很多电气安全方法都是综合性方法，包括工程技术方法和管理工程的方法。发展性表现在随着现代技术的发展出现了更先进的电气安全方法；同时，随着新技术的开发和新型电气装置的推广又带来了一些新的电气安全问题；发展性还表现在电力工业的高速发展必将促进电气安全的发展。迫切性表现在我国电气事故比较严重，而且呈上升趋势，表现在电气安全标准、规范、规程还不够完善，专业人员素质还有待提高等。

dianqi anquan gongcheng

【电气安全工程】 电气安全工程是电气领域中以事故为研究对象、以安全为目标的工程技术和管理工程。其学科代码是620.3040。其主体内容是针对由电流形式的能量、电荷形式的能量以及电磁波形式的能量所造成的事故，研究事故原因、构成、特点、规律等事故理论和事故的预防、预测方法及有关工程设计方法。电气安全工程以电工电子技术、工程技术学、电磁场等课程作为专业基础，以安全分析、安全检测、安全设计作为专业手段。对于由电流形式的能量造成的事故，主要研究绝缘、接地、漏电保护等直接接触电击、间接接触电击的预防技术。对于由电荷形式的能量造成的事故，主要研究雷电和静电危害、危险的控制预防技术。对于由电磁波形式的能量所造成的事故，主要研究频率≥100 kHz的辐射电磁波危害抑制和预防技术。电气安全工程的另一分支是研究电气火灾和爆炸的预防技术及有关工程设计。

dianqi shigu

【电气事故】 电气事故是局外电能作用于人体或电能失去控制所造成的意外事件，即与电能直接关联的意外灾害。电气事故将使人们的正常活动中断，并可能造成人身伤亡和设备、设施的毁坏。管理、规划、设计、安装、试验、运行、维修、操作中的失误都可能导致电气事故。按照构成事故的基本要素，电气事故可分为触电、雷击、静电危害、电磁辐射危害和电路故障及电路事故。触电事故是电流形式的能量失去控制造成的事故。电流直接流过人体将造成电击；电流转化为其他形式的能量作用于人体将造成电弧烧伤等电伤。雷击是自然界中相对静止的正、负电荷形式的能量造成的事故。雷击可能引起火灾和爆炸，可能使人遭到严重电击，可能毁坏设备和设施，可能造成大规模停电。静电事故是工艺过程中及人体活动中产生的相对静止的正、负电荷形式的能量所造成的事故。静电的最大危险是引起爆炸和火灾，静电还会给人以电击和妨碍生产。电磁辐射事故是电磁波形式的能量造成的事故。电磁辐射可能危害人的健康，可能干扰无线电装置，还有引燃的危险。电路故障和事故包括接地、漏电、短路、断线、过载、元件损坏等多种故障和事故。电路事故可能导致人身伤亡、设备毁坏、火灾、爆炸、停电等多种危险。

chudian shigu

【触电事故】 触电事故是电流形式的能量对人体造成的伤害的总称。触电分为电击和电伤。电击是电流直接流过人体造成的伤害；电伤是电流转化为热能、机械能等形式的能量作用于人体造成的伤害。触电事故是职工伤亡事故统计的一个规定的类别。人体触及或过分接近带电体时，即可能发生触电。触电事故没有预兆，而且一旦触电，人的防卫能力迅速降低，往往在极短的时间内使人致命或致残。触电事故中，85%以上的触电死亡事故是电击造成的。其中，大约70%带有电伤成分。我国触电死亡人数占职工伤亡的10%以上。

就事故的发生率而言，触电事故有以下规律：

1. 6～9月触电事故多。每年二三季度，特别是6～9月，触电事故最为集中。其主要原因是这段时间天气炎热，人体衣单而多汗，以及天气多雨而潮湿。

2. 低压设备和低压线路触电事故多。其主要原因是低压设备远远多于高压设备，与低压设备接触的人也远远多于与高压设备接触的人。但在专业电工中，高压触电事故比低压触电事故多；其中，尤以高压电弧烧伤事故更多。

3. 移动式设备和携带式设备触电事故多。其主要原因是这些设备是在人的紧握之下运行，不但接触电阻小，而且一旦触电就难以摆脱电源。另外，这些设备需要经常移动，工作条件差，设备和电源线路都容易发生故障或损坏。

4. 电气连接部位触电事故多。很多触电事故发生在接线端子、缠接接头、压接接头、焊接接头、电缆头、灯座、插头、插座、控制开关、接触器、熔断器等分支线、接户线处。其主要原因是这些连接部位机械牢固性较差、接触电阻较大、绝缘强度较低以及可能发生化学反应。

5. 冶金、矿业、建筑、机械行业电击事故多。其主要原因是这些行业的生产现场经常伴有潮湿、高温、混乱、移动式设备和携带式设备多以及金属设备多。

6. 中、青年工人、非专业电工、合同工和临时工触电事故多。其主要原因是这些人是主要操作者，经常接触电气设备；以及这些人经验不足，又比较缺乏电气安全知识和安全意识。

7. 农村触电事故多。其主要原因是农村电气安

全管理水平较低,设备和技术条件较差,以及人员安全素质不高。

8. 错误操作和违章作业造成的触电事故多。其主要原因是由于一些人员缺乏足够的安全意识,以及安全制度不严和安全措施不完善。

应当指出,就触电事故的原因而言,很多触电事故都不是由单一原因造成的,而是由两个以上的原因造成的。

dianji
【电击】 电击是电流通过人体内部,破坏人体细胞的正常工作,对人造成的伤害。

电击伤害含有电流的生物学效应、热效应、化学效应、机械效应等多种效应。电流的生物学效应主要表现为使人体产生刺激和兴奋行为,使人体组织发生变异,从一种状态变为另外一种状态。电流通过肌肉组织,引起肌肉收缩。电流对机体除直接起作用外,还可能通过中枢神经系统起作用。由于电流引起细胞激动,产生脉冲形式的神经兴奋波,当这兴奋波迅速传到中枢神经系统后,后者即发出不同的指令,使人体各部位做相应的反应。因此,当人体触及带电体时,没有电流通过的部位也可能受到刺激,发生强烈的反应,重要器官的工作可能受到破坏。如果给人体引入局外电流,人体生物电的正常规律将受到破坏,人体也将受到不同程度的伤害。电流通过人体产生热量,将使人体血管、神经、心脏、大脑等器官热平衡受到破坏而导致功能障碍。电流通过人体,还会引起机体内液体物质发生离解、分解而破坏。电流通过人体,还会使机体各种组织产生蒸汽,乃至发生剥离、断裂等严重破坏。数安以上的电流通过人体,还可能导致严重的烧伤。

小电流电击会引起麻痹感、针刺感、打击感、痉挛、疼痛、呼吸困难、血压异常、昏迷、心脏跳动异常、窒息、心室颤动等症状。电击的严重程度受电流大小、电流持续时间长短、电流途径、电流种类、个体特征及接触状态等因素的影响。小电流电击致命的、最危险、最主要的原因是引起心室颤动。当电流持续时间超过人的心脏搏动周期时,数十毫安的工频交流电流即可引起心室颤动使人致命。

当人体遭受电击时,如果有电流通过心脏,可能直接作用于心肌,引起心室颤动;如果没有电流通过心脏,亦可能经中枢神经系统反射作用心肌,引起心室颤动。

电流作用于心肌,还将使胸肌发生痉挛,使人感到呼吸困难。如果时间较长,将发生憋气、窒息等呼吸障碍。窒息后,意识、感觉、生理反射相继消失,继而呼吸中止。稍后,即发生心室颤动或心脏停止跳动。

数十毫安的工频交流电流通过人体,既可能引起心室颤动或心脏停止跳动,也可能导致呼吸终止。但是,前者的出现比后者早得多,即前者是主要的。如果通过人体的电流只有 20 ~ 25 mA,一般不能直接引起心室颤动或心脏停止跳动。如时间较长,可能导致心脏停止跳动。这时,心室颤动或心脏停止跳动主要是由呼吸终止导致机体缺氧引起的。当通过人体的电流超过数安时,由于刺激强烈,也可能先使呼吸终止。数安的电流通过人体时,还可能导致严重烧伤甚至死亡。

按照发生电击时带电体的状态,电击分为直接接触电击和间接接触电击。直接接触电击是触及设备或线路正常运行时带电的导体发生的电击,也称为正常状态下的电击;间接接触电击是触及正常状态下不带电,而当设备或线路故障时意外带电的导体发生的电击,也称为故障状态下的电击。按照接触方式和电流通过人体的途径,电击分为单线电击、两线电击和跨步电压电击。单线电击是人体站在导电性地面或其他接地导体上,人体某一部位触及一相导体时由接触电压造成的电击。大部分电击事故都是单相电击。单相电击的危险程度除与带电体电压高低、人体电阻、鞋和地面状态等因素有关外,还与人体离接地点的距离以及配电网对地运行方式有关。两线电击是人体离开接地导体,人体某两部位同时触及两相导体由接触电压造成的电击。两线电击的危险主要决定于带电体之间的电压和人体电阻,其危险性一般是比较大的。检修工作中比较容易发生两线电击。漏电保护装置对两线电击不起作用。跨步电压电击是人进入地面带电的区域时,由加在人的两脚之间的跨步电压造成的电击。人的跨距一般按0.8 m考虑。离接地点越近,可能承受的跨步电压越大。下列情况和部位可能发生跨步电压电击:带电导线,特别是高压电线故障接地点附近;流过故障电流的接地装置附近的地面;正常时有较大工作电流流过的接地装置附近的地面;防雷装置接受雷击时,该接地装置附近的地面;高大设施或高大树木遭受雷击时,其下方的地面。跨步电压电击的危险性受接地电流大小、鞋和地面特征、两脚之间的跨距、两脚的方位以及离接地点的远近等很多因素的影响。

dianshang
【电伤】 电伤是由电流的热效应、化学效应、机械效应等对人造成的伤害。电伤类型如下:

1. 电烧伤。是电流的热效应造成的伤害,分为电流灼伤和电弧烧伤。电流灼伤是人体与带电体接触,电流通过人体由电能转换成热能造成的伤害。电流灼伤一般发生在低压设备或低压线路上。电弧烧伤是由弧光放电造成的伤害,分为直接电弧烧伤和间接电弧烧伤。前者是带电体与人体之间发生电弧,有电流流过人体的烧伤,烧伤的同时使人遭到电击;后者是电弧发生在人体附近对人体的烧伤,包含熔化了的炽热金属溅出造成的烫伤。电弧温度高达8 000 ℃以上,可造成大面积、大深度的烧伤,甚至烧焦、烧掉四肢及其他

部位。高压电弧的烧伤较低压电弧严重，直流电弧的烧伤较工频电弧严重。电弧烧伤会在人体表面留下明显的痕迹。

2. 皮肤金属化。是在电弧高温的作用下，金属熔化、汽化，金属微粒渗入皮肤，使皮肤粗糙而张紧的伤害。皮肤金属化多与电弧烧伤同时发生。

3. 电烙印。是在人体与带电体接触的部位留下的永久性斑痕。斑痕处皮肤失去原有弹性、色泽，表皮坏死，失去知觉。

4. 机械性损伤。是电流作用于人体时，由于中枢神经反射和肌肉强烈收缩等作用导致的机体组织断裂、骨折等伤害。

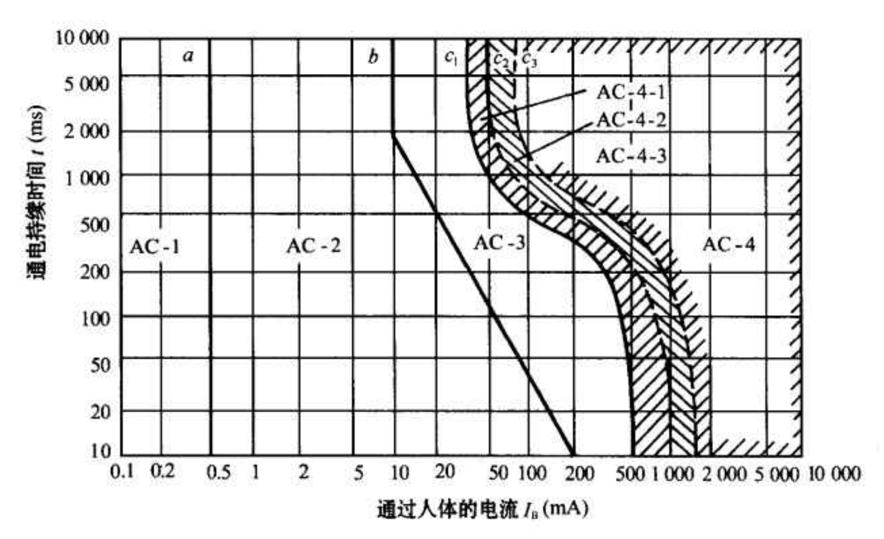
5. 电光眼。是发生弧光放电时，由红外线、可见光、紫外线对眼睛的伤害。电光眼表现为角膜炎或结膜炎。

触电伤亡事故中，纯电伤性质的及带有电伤性质的约占75%（电烧伤约占40%）。尽管大约85%以上的触电死亡事故是电击造成的，但其中大约70%的含有电伤成分。

dianji dianliu

【电击电流】 电击电流泛指流过人体使人受到电击的电流。电击电流的带域如下图所示。图中，a 线以左的 AC-1 区通常是无生理效应，没有感觉的带域；a 线与 b 线之间的 AC-2 区通常是有感觉，但没有有害的生理效应的带域；b 线与 c_1 线之间的 AC-3 区通常是没有机体损伤，不发生心室颤动；但可能引起肌肉收缩和呼吸困难，可能引起心脏组织和心脏脉冲传导障碍，还可能引起心房颤动以及转变为心脏停止跳动等病理效应的带域；c_1 线以右的 AC-4 区是除 AC-3 区各项效应外，还有心室颤动危险的带域。c_1 线上 500 mA、100 ms点相应于心室颤动的概率为 0.14%；c_2 线相应于心室颤动的概率为 5%；c_3 线相应于心室颤动的概率为 50%。

工频电流对人体的作用亦参考下表。



工频电流对人体作用带域划分图

工频电流对人体作用的效应表

电流范围代号	电流(mA)	电流持续时间	生理效应
O	0～0.5	连续通电	没有感觉
A_1	0.5～5	连续通电	开始有感觉，指、腕等处有麻感，没有痉挛，可摆脱带电体
A_2	5～30	数分钟以内	痉挛，不能摆脱带电体，呼吸困难，血压升高，是可忍受的极限
A_3	30～50	数秒至数分	心脏跳动不规则，昏迷，血压升高，强烈痉挛，时间过长即引起心室颤动
B_1	50～数百	低于心脏搏动周期	受强烈刺激，但未发生心室颤动
		超过心脏搏动周期	昏迷，心室颤动，接触部位留有电流通过的痕迹
B_2	超过数百	低于心脏搏动周期	在心脏易损期触电时，发生心室颤动，昏迷，接触部位留有电流通过的痕迹
		超过心脏搏动周期	心脏停止跳动，昏迷，可有致命的电灼伤

dianji dianliu shanghai yuzhi

【电击电流伤害阈值】 按照电击时电流对人体伤害的程度，电击电流伤害阈值分为感知电流、摆脱电流和室颤电流。

1. 感知电流。感知电流是在一定概率下，通过人体引起人有任何感觉的最小电流。感知电流的概率曲线见图1。对于工频电流有效值，概率为50%时，成年男子平均感知电流约为1.1 mA，成年女子约为0.7 mA；对于直流电流，成年男子平均感知电流约为5.2 mA，成年女子约为3.5 mA；对于10 kHz高频电流，成年男子平均感知电流约为12 mA，成年女子约为8 mA。

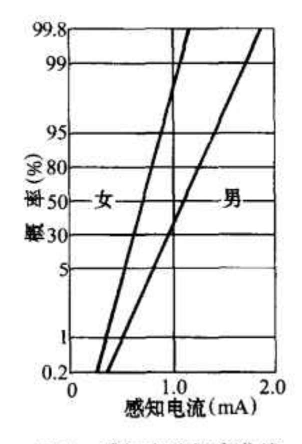


图1 感知电流概率曲线

感知电流一般不会对人体构成伤害，但当电流增大时，感觉增强，反应加剧，可能导致坠落等二次事故。

2. 摆脱电流。摆脱电流是在一定概率下，人触电后能自行摆脱带电体的最大电流。摆脱电流与个体生理特征、电极形状、电极尺寸等因素有关。摆脱电流的概率曲线见图2。对于工频电流有效值，摆脱概率为50%时，成年男子和成年女子的摆脱电流分别约为16 mA和10.5 mA；摆脱概率为99.5%时，成年男子和成年女子的摆脱电流约为9 mA和6 mA。

摆脱电流是人体可以忍受，但一般尚不致造成不良后果的电流。电流超过摆脱电流以后，人会感到异常痛苦、恐慌和难以忍受；如时间过长，则可能昏迷、窒息，甚至死亡。因此，可以认为摆脱电流是表明有较大危险的界限。

3. 室颤电流（心室颤动电流）。室颤电流是电流通过人体引起心室发生纤维性颤动的最小电流。在心室颤动状态下，心脏每分钟颤动800～1 000次以上，但幅值很小，而且没有规则，血液实际上终止循环。一旦发生心室颤动，数分钟内即可导致死亡。在不超过数百毫安的小电流作用下，心室颤动是电击致命的主要原因。电流直接作用于心肌或通过中枢神经系统的反射作用，均可能引起心室颤动。

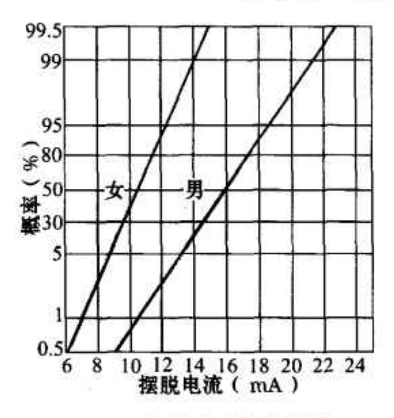


图2 摆脱电流概率曲线

室颤电流除决定于电流持续时间、电流途径、电流种类等电气参数外，还决定于肌体组织、心脏功能等个体生理特征。室颤电流与时间的关系符合"Z"形曲线的规律（见图3）。当电流持续时间超过心脏搏动周期时，人的室颤电流约为50 mA；当电流持续时间短于心脏搏动周期时，人的室颤电流约为数百毫安。当电流持续时间在0.1 s以下时，如电击发生在心脏易损期，500 mA以上乃至数安的电流可引起心室颤动；在同样电流下，如果电流持续时间超过心脏跳动周期，可能导致心脏停止跳动。

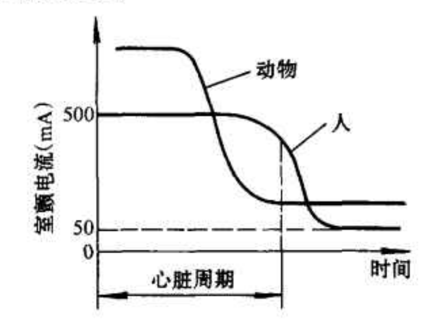


图3 室颤电流的"Z"形曲线

renti zukang

【人体阻抗】 人体阻抗是包括人体皮肤、血液、肌肉、细胞组织及其结合部在内的含有电阻和电容的全阻抗。人体阻抗是确定和限制人体电流的参数之一。

人体阻抗的等效电路见图1。图中，R_{S1}和R_{S2}是皮肤电阻，C_{S1}和C_{S2}是皮肤电容，R_i及与其并联的虚线支路是体内阻抗。皮肤表面0.05～0.2 mm厚的角质层的电阻值很高。在干燥和干净的状态下，其电阻率可达$1\times10^5 \sim 1\times10^6\ \Omega\cdot m$。但因其不是一张完整的薄膜，又很容易受到破坏，故计算人体阻抗时一般不予考虑。人体电容很小，工频条件下可忽略不计。皮肤阻抗在人体阻抗中占有较大的比例。体内阻抗是除去表皮之后的人体阻抗。人体阻抗是皮肤阻抗与体内阻抗之和。

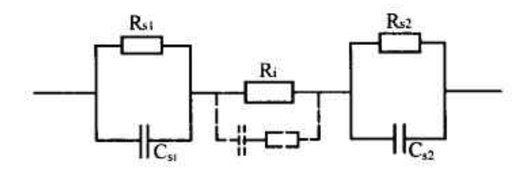


图 1　人体阻抗等效电路

人体阻抗受皮肤状态、接触电压、电流、接触面积、接触压力等多种因素的影响，在很大的范围内变化。在皮肤干燥、电流途径从左手到右手、接触面积为50～100 cm² 的条件下，人体阻抗见下表。

电流途径左手到右手，或单手到单脚时的人体阻抗曲线见图 2。

人体阻抗　(Ω)

接触电压(V)	最低百分数		
	5%	50%	95%
25	1 750	3 250	6 100
50	1 450	2 625	4 375
75	1 250	2 200	3 500
100	1 200	1 875	3 200
125	1 125	1 625	2 875
220	1 000	1 350	2 125
700	750	1 100	1 550
1 000	700	1 050	1 500
渐近值	650	750	850

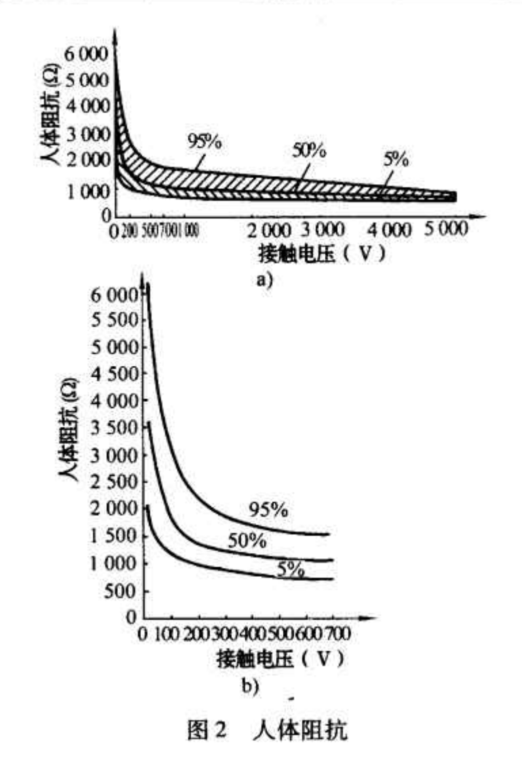


图 2　人体阻抗

角质层的击穿强度只有 500～2 000 V/m，数十伏的电压即可击穿角质层，使人体阻抗大大降低。接触电压在 50～100 V以下时，随着接触电压升高，人体阻抗明显降低。在角质层击穿后，人体阻抗变化不大。皮肤击穿后，人体阻抗近似等于体内阻抗。

随着电流增加，皮肤局部发热增加，使汗液增多，人体阻抗下降。电流持续时间越长，人体阻抗下降越多。

皮肤沾水、有汗、损伤、表面沾有导电性粉尘等都会使人体阻抗降低。接触压力增加、接触面积增大也会使人体阻抗降低。例如，干燥条件下的人体阻抗约为1 000～3 000 Ω，而用导电性溶液浸湿皮肤后，人体阻抗锐减至干燥条件下的 1/2。

此外，女子的人体阻抗比男子的小、儿童的比成人的小、青年人的比中年人的小。遭受突然的生理刺激时，人体阻抗可能明显降低。

leiji shigu

【雷击事故】　雷击事故是由自然界中正、负电荷形式的能量造成的事故。

雷击分为直击雷、感应雷和球雷。当带电积云接近地面，与地面凸出物之间的电场强度达到空气的击穿强度(25～30 kV/cm)时，所发生的激烈的放电现象称为直击雷。其每一次放电过程包含先导放电、主放电、余光三个阶段。当带电积云接近地面凸出物时，在其顶部感应出大量异性电荷，当带电积云与其他部位、其他积云、地面设施放电后，凸出物顶部的电荷失去束缚，高速传播形成高压冲击波。此冲击波由静电感应产生，具有雷电特征，称为静电感应雷。雷电放电时，雷电流在周围空间产生迅速变化的强磁场，在邻近的导体上感应出很高的电动势。该电动势具有雷电特征，称为电磁感应雷。雷电放电时产生的球状发光带电体称为球雷。球雷也可能造成多种危害。

雷电放电具有电流大、电压高、冲击性强的特点。其能量释放出来可表现出极大的破坏力。雷击除可能毁坏设施和设备外，还可能伤及人、畜，引起火灾和爆炸，造成大规模停电等。因此，电力设施、建筑物，特别是有火灾和爆炸危险的建筑物，均需考虑防雷措施。造成重大人身伤亡和经济损失的黄岛油库火灾就是由雷击引起的。

高大的建筑物和工程设施，特别是有爆炸或火灾危险的建筑物和工程设施、变配电装置等应采取直击雷防护措施；凡遭受雷电冲击波袭击可能导致严重后果的建筑物或设施均应采取雷电冲击波防护措施。

jingdian he jingdian shigu

【静电和静电事故】　静电是指宏观范围内分离开来的相对静止的正电荷和负电荷。静电技术可用于除尘、喷漆、织绒、复印、分选等生产过程。在工艺过程中和人的行动中，随着某些物料或物件之间的相对

运动、快速接触与分离等过程，均可能产生和积累有害的静电。工艺过程中所产生静电的电压可达数万至数十万伏。由于静电放电火花、静电力、静电场场强的作用，工艺过程中的静电可能引起爆炸和火灾，可能给人以电击，还可能妨碍生产和降低产品质量。在石油、化工、粉末加工、橡胶、塑料、电子等行业，必须充分注意静电的危险性。

高分子材料和高电阻材料容易产生和积累危险的静电。就工艺过程而言，以下工艺过程都比较容易产生和积累静电：

1. 固体物质大面积的摩擦，如纸张与辊轴摩擦、橡胶或塑料碾制、传动带与带轮或辊轴摩擦等；固体物质在压力下接触而后分离，如塑料压制、上光等；固体物质在挤出、过滤时，与管道、过滤器等发生摩擦，如塑料的挤出、赛璐珞的过滤等。

2. 固体物质的粉碎、研磨过程；悬浮粉尘的高速运动等。

3. 在混合器中搅拌各种高电阻率物质，如纺织品的涂胶过程等。

4. 高电阻率液体在管道中流动且流速超过1 m/s时；液体喷出管口时；液体注入容器发生冲击、飞溅时等。

5. 液化气体、压缩气体或高压蒸气在管道中流动和由管口喷出时，如从气瓶放出压缩气体、喷漆等。

dianci fushe weihai
【电磁辐射危害】 电磁辐射危害是由电磁波形式的能量造成的危害。射频电磁波泛指频率100 kHz以上的电磁波。无线电装置、高频热合机、高频淬火装置、高频焊接装置、某些电子装置附近可能存在超标准的电磁辐射。

在高频电磁波照射下，人体吸收辐射能量，将受到不同形式的伤害。在一定强度的高频电磁波照射下，人体所受到的伤害主要表现为神经衰弱症候群，如头晕、记忆力减退、睡眠不好、乏力等症状，还表现有头痛、多汗、食欲不振、心悸等症状。此外，还发现部分受高频照射的人有脱发、伸直手臂时手指轻微颤抖、皮肤划痕异常、视力减退、男性性功能减退、女性月经失调等症状，及心血管系统有某些异常的情况。在超短波和微波电磁场的照射下，除神经衰弱症状加重外，还表现为心血管系统症状比较明显，如心动过缓或心动过速、血压降低或血压增高、心悸、心区有压迫感、心区疼痛等。这时，心电图、脑电图、脑血流图也有某些异常反应。微波电磁场可能损伤眼睛，导致白内障。电磁波对人体的伤害具有滞后性和积累性的特点，并可能通过遗传因子影响到后代。

电磁辐射危害主要受以下因素的影响：

1. 电磁场强度越高，伤害越严重。

2. 电磁波频率越高，伤害越严重；脉冲波比连续波伤害严重。

3. 连续照射时间越长、累计照射时间越长，伤害越严重。

4. 环境温度越高或散热条件越差，伤害越严重。

5. 电磁辐射对女性和儿童的伤害较严重；人体被照射面积越大，伤害越严重；人体血管较少的部位传热能力较差，较容易受到伤害。

射频危害还表现为高频感应。感应电压可能给人以明显的电击，还可能与邻近导体之间发生火花放电，带来引燃危险。高频电磁波可能干扰无线电通讯，还可能降低电子装置的质量和影响电子装置的正常工作。

dianlu guzhang
【电路故障】 电路故障是由电能传递、分配、转换失去控制或电气元件损坏造成的。断线、短路、接地、漏电、误合闸、误掉闸、电气设备损坏等都属于电路故障。电气线路或电气设备故障可能发展成为事故，并影响到人身安全。例如，油断路器爆炸本身虽然是设备事故，但完全可以带来严重的人身伤亡；又如，电气设备故障接地或漏电虽然也属于设备事故，但却因此改变了配电网正常运行状态或直接使外壳带电，从而留下隐患或构成电击的危险条件等等。异常停电也可能带来极为严重的安全问题。例如，排放有毒气体的风机事故停电或排放爆炸性气体的风机事故停电都将带来十分严重的后果。因此，从系统的角度考虑，应当注意防范电路各种不安全状态可能造成的事故。

jiedi dianzu
【接地电阻】 接地电阻是带电体与零电位大地之间的所谓对地电压与流入地下的接地电流的比值，包含接地体周围土壤中的流散电阻和接地线、接地体的电阻。一般情况下，接地线、接地体的电阻只在接地电阻中占很小的一部分，可以忽略不计。

为了安全，各种接地装置的接地电阻都不得超过规定的限值。一些接地装置的接地电阻的限值见下表。

接地电阻限值

接地装置种类	接地电阻限值（Ω）	备　注
低压保护接地	4	当配电变压器容量 < 100 kVA时，放宽为10 Ω
低压工作接地	4	在高土壤电阻率地区，放宽为10 Ω
低压重复接地	10	当工作接地允许为10 Ω时，放宽为3 处30 Ω
高压及接地短路小电流系统的保护接地	120 V/I_E	高、低压共用接地为 ≤ 10 Ω
	250 V/I_E	高压单独接地为≤10 Ω
高压及接地短路大电流系统的保护接地	2 000 V/I_E	I_E >4 000 A
	0.5	I_E ≤4 000 A

注：表中 I_E 为接地电流或接地短路电流，单位为 A。

接地电阻主要受以下因素的影响：

1. 接地体结构和组成。一般情况下，接地体总表面积越大，接地体所占地面积越大，接地体埋设越深，则流散电阻越小。

2. 接地体腐蚀情况。接地体腐蚀严重后，流散电阻增大。

3. 土壤性质。土壤电阻率越低，流散电阻越小。

4. 土壤含水量。含水量在20%以下时，含水量越高，流散电阻越小；含水量超过20%，大约至75%以下时，流散电阻变化不大；含水量大约75%以上时，流散电阻的大小随水的成分而异。

5. 土壤温度。从0 ℃开始，随着温度上升，流散电阻降低；当温度升高到100 ℃时，流散电阻随之上升；当温度低于0 ℃时，流散电阻急剧上升。

6. 土壤化学杂质。当土壤含有盐、碱、酸等杂质时，流散电阻明显降低。

7. 土壤物理成分。当土壤含有炭或金属杂质时，流散电阻明显降低。

8. 土壤物理状态。土壤越紧密或颗粒越细，流散电阻越小。

jiedi zhuangzhi

【接地装置】 接地装置是由接地体和接地线组成的一套装置。接地体和接地线均有自然与人工之分。接地装置各部位连接必须可靠。地上部分可采用螺纹连接，并采取防松、防锈措施。地下部分采用焊接（熔焊）；焊接不得有虚焊；圆钢搭焊长度不得小于圆钢直径的6倍，并应两边施焊；扁钢搭焊长度不得小于扁钢宽度的2倍，并应三边施焊；交叉焊接处应加焊包板。接地线应尽量安装在不易受到机械损伤的地方，并应在便于检查的明显处。接地线与铁路或公路交叉时，应穿管或用角钢保护。如穿过铁路，接地线应向上拱起，以便有伸缩余地，防止断开。接地线穿墙时，应敷设在明孔、管道或其他坚固的保护管中。接地线与建筑物伸缩缝交叉时，应弯成弧状或另加补偿连接件。各设备的接地线不得经设备本身串接，即不得将用电设备本身作为接地线的一部分，而必须并排地接向接地干线。详见“人工接地体”和“自然接地体和自然接地线”条目。

rengong jiediti

【人工接地体】 人工接地体可采用钢管、角钢、圆钢或废钢铁等制成。简单人工接地体分为垂直接地体和水平接地体。人工接地体宜采用垂直接地体，多岩石地区可采用水平接地体。为防止腐蚀，接地体最好采用镀锌元件。按照机械强度和耐腐蚀的要求，钢质接地体和接地线的最小尺寸见下表。

钢质接地体和接地线的最小尺寸

材料种类		地上		地下	
		室内	室外	交流	直流
圆钢直径(mm)		6	8	10	12
扁钢	截面(mm^2)	60	100	100	100
	厚度(mm)	3	4	4	6
角钢厚度(mm)		2	2.5	4	6
钢管管壁厚度(mm)		2.5	2.5	3.5	4.5

接地体安装位置应避开有腐蚀性杂质的土壤。人工接地体应由两个以上的元件组成。接地体上端离地面深度不应小于0.6 m（农田地带不应小于1 m），并应在冰冻层以下。垂直接地体长度可取2～2.5 m左右。相邻垂直接地体之间的距离可取其长度的2倍左右。接地体的引出导体应引出地面0.3 m以上。接地体离独立避雷针接地体之间的地下距离不得小于3 m；离建筑物墙基之间的地下距离不得小于1.5 m。

变电站等接地故障电流较大的场所和带有裸露导体的用电设备数量大、密集度高、占地面积大的场所，经常采用以水平接地体为主的复合接地体。复合接地体的外缘应当闭合，并做成圆弧形。

ziran jiediti he ziran jiedixian

【自然接地体和自然接地线】 用于其他目的，埋设在地下的金属管道（有可燃或爆炸性介质的除外）、金属井管、与大地有可靠连接的建筑物及构筑物的金属结构、水工构筑物及类似构筑物的金属桩等自然导体均可用作自然接地体。

建筑物的金属结构（梁、柱等）及设计规定的混凝土结构内部的钢筋、生产用的金属结构（起重机轨道、配电装置的外壳、走廊、平台、电梯竖井、起重机与升降机的构架、运输带的钢梁、电除尘器的构架等）、配线的钢管、电缆的金属构架及铅、铝包皮（通信电缆除外）等均可用作自然接地线。不流通可燃液体或气体的金属管道可用作低压设备的自然接地线。

利用水管作自然接地体或自然接地线时，必须取得主管部门同意，并应考虑到非导体段存在和接触不良的可能性，凡接触不可靠处应加跨接线；检修时应有电气工作人员配合，切断水管前应先做好跨接线。

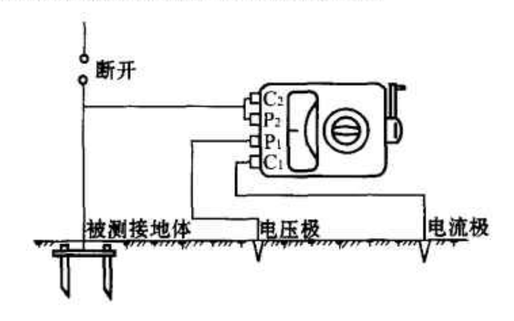
利用建筑物的钢结构、起重机轨道、工业管道等作自然接地线时，其伸缩缝或接头处应予跨接。接地线与自然导体的连接采用焊接、螺钉连接或抱箍螺钉连接，并应考虑防松、防腐措施。

jiedi dianzu celiang

【接地电阻测量】 接地电阻应定期测量。常用接地电阻测量仪测量接地电阻（见下图）。接地电阻测量仪由自备110～115 Hz的交流电源（手摇发电机或电子电源）和电位差计式测量机构组成。接地电阻测量仪的主要附件是三条测量导线和两支测量电极。

接地电阻测量仪有 C_2、P_2、P_1、C_1 四个接线端子或 E、P、C 三个接线端子。测量时，在离被测接地体一定的距离向地下打入电流极和电压极；将 C_2、P_2 端并接后（或将 E 端）接于被测接地体、将 P_1 端（或 P 端）接于电压极、将 C_1 端（或 C 端）接于电流极。测量时，外部接线见下图。测量接地电阻应当注意以下问题：

1. 对于与配电网有导电性连接的接地装置，测量前最好与配电网断开，以保证测量的准确性，并防止测量电源反馈到配电网上造成其他危险。



接地电阻测量仪测量接线图

2. 测量连线应避免与邻近的架空线平行，防止感应电压的危险。

3. 测量距离应选择适当，以提高测量的准确性。如测量电极直线排列，对于单一垂直接地体或占地面积较小的组合接地体，电流极与被测接地体之间的距离可取40 m，电压极与被测接地体之间的距离可取20 m；对于占地面积较大的网络接地体，电流极与被测接地体之间的距离可取为接地网对角线的 2 ~ 3 倍，电压极与被测接地体之间的距离可取为电流极与被测接地体之间距离的 60% 左右。

4. 测量电极的排列应避免与地下金属管道平行，以保证测量结果的真实性。

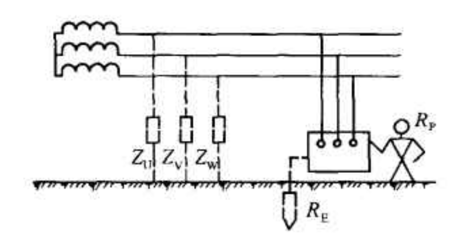
5. 如被测接地电阻很小，且测量连接线较长，应将 C_2 与 P_2 分开，分别引出连线接向被测接地体，以减小测量误差。

6. 雨天一般不应测量接地电阻；雷雨天不得测量防雷装置的接地电阻。

7. 接好线后，水平放置仪表，并选择适当的倍率，以120 r/min左右的转速不停地摇动摇把或接通电源，同时调节电位器旋钮，至仪表指针稳定地指在中心位置时，即可从刻度盘读数，将读数乘以倍率即得被测接地电阻值。

IT xitong

【IT 系统】 IT 系统是配电网不接地或经高阻抗接地、用电设备金属外壳（外露导体）接地的配电及安全防护系统。大写字母“I”表示配电网不接地或经高阻抗接地，大写字母“T”表示用电设备金属外壳接地。IT 系统简图如下图。



IT 系统简图

图中用电设备外壳的接地即保护接地。其作用是当设备金属外壳意外带电时，将其对地电压限制在安全范围以内，消除或减小电击的危险；该接地还能消除感应电的危险。

在不接地配电网中，如电气设备金属外壳未采取任何安全措施，则当外壳故障带电，且各相对地绝缘阻抗相等，即 $Z_U = Z_V = Z_W = Z$ 时，触及该设备的人承受的电压和流过人体的电流分别为：

$$U_E = \frac{UR_P}{|3R_P + Z|} \text{和} \ I_P = \frac{U_E}{R_P} = \frac{U}{|3R_P + Z|}$$

式中 U_E、I_P、U、R_P 和 Z 分别为人体承受的电压、流过人体的电流、配电网相电压、人体电阻和电网每相对地绝缘复数阻抗。如绝缘良好，可将对地绝缘电阻看作无限大，则以上两式可简化为：

$$U_E = \frac{3UR_P\omega C}{\sqrt{9R_P^2\omega^2C^2 + 1}} \text{和} \ I_P = \frac{3U\omega C}{\sqrt{9R_P^2\omega^2C^2 + 1}}$$

以上四式表明，在线路较长、绝缘水平较低的情况下，即使在低压配电网中，电击的危险性也不容忽视。如该设备装有保护接地，构成 IT 系统，则人体承受的电压和流过人体的电流分别为：

$$U_E = \frac{UR_E}{|3R_E + Z|} \text{和} \ I_P = \frac{U_E}{R_P} = \frac{UR_E}{|3R_P + Z|R_P}$$

如对地绝缘电阻可看做无限大，则以上两式可简化为：

$$U_E = 3UR_E\omega C \ \text{和} \ I_P = \frac{3UR_E\omega C}{R_P}$$

以上四式表明，有了保护接地以后，由于 $R_E \ll R_P$，电击的危险性基本消除。

baohu jiedi

【保护接地】 保护接地一般指不接地配电网中用电设备金属外壳与大地的直接连接（参见“IT 系统”条目），是以安全为目标的接地。在不接地配电网中，凡由于绝缘损坏或其他原因而可能带危险电压的正常情况下不带电的金属部分，除另有规定外，均应接地。接地电阻允许值见“接地电阻”条目。应当接地的具体部位是：

1. 电动机、变压器、开关设备、照明器具、移动式电气设备的金属外壳或构架。

2. 0I 类和 I 电动工具或民用电器的金属外壳。

3. 配电装置的金属构架、控制台的金属框架及靠近带电部分的金属遮栏和金属门。

4. 配线的金属管。

5. 电气设备的传动装置。

6. 电缆金属接头盒、金属外皮和金属支架。

7. 架空线路的金属杆塔。

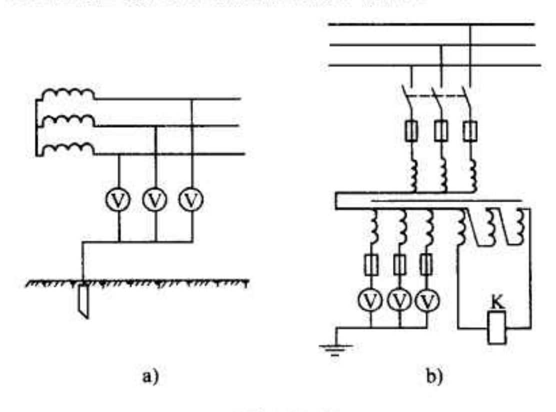
8. 电压互感器和电流互感器的二次线圈。

直接安装在已接地金属底座、框架、支架等设施上的电气设备的金属外壳一般不必接地；有木质、沥青等高阻导电地面，无裸露接地导体，而且干燥的房间，额定电压交流380 V和直流440 V及以下的电气设备的金属外壳一般也不必接地；安装在木结构或木杆塔上方的电气设备的金属外壳一般也不必接地。

jueyuan jianshi
【绝缘监视】 是指监视不接地配电网一相接地故障的自动化安全装置。在不接地电网中，发生一相故障接地时，其他两相对地电压将升高到线电压。在特殊情况下，还可能升得更高。这种情况不但增加了电击的危险性，还会带来其他危险。为此，不接地配电网应装设在一相接地故障时能发出声、光双重信号的绝缘监视装置。

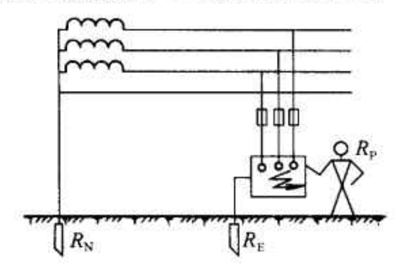
低压配电网的绝缘监视常借助三只相同的电压表来实现。其接线如下图 a。配电网对地绝缘正常时，三只电压表指示均为相电压；当电网某相故障接地时，该相电压表指示急剧降低，另两相电压表指示显著升高。

高压配电网的绝缘监视借助电压互感器来实现，其接线如下图 b。这种电压互感器有两组低压线圈：一组低压线圈接成星形，供绝缘监视的电压表及其他仪表和继电保护用；另一组低压线圈接成开口三角形，开口处接信号继电器。电网对地绝缘正常时，三只电压表指示相同，三角形开口处电压为零，信号继电器不动作；当电网某相故障接地时，三只电压表给出不同指示，同时三角形开口处出现电压，信号继电器动作，并发出信号。



绝缘监视图

TT xitong
【TT 系统】 TT 系统是低压配电网直接接地、用电设备金属外壳也接地的系统，第一个大写字母“T”表示配电网直接接地，第二个大写字母“T”表示用电设备金属外壳接地。TT 系统简图如下图。



TT 系统图

TT 系统能大幅度降低漏电设备外壳对地电压，但一般不能将其降低至安全范围以内。因此，采用 TT 系统时，应装设能在规定的故障持续时间内切断电源的自动化安全装置。TT 系统主要用于低压共用用户，即用于未装备配电变压器，从外面引进低压电源的小型用户。

在接地配电网中，如漏电设备上没有任何安全措施，其上对地电压为相电压。而在 TT 系统中，当设备漏电时，其上对地电压和零线对地电压分别为：

$$U_E = \frac{R_E}{R_N + R_E}U \text{ 和 } U_N = \frac{R_N}{R_N + R_E}$$

式中　R_N 为工作接地的接地电阻。一方面由于 R_E 与 R_N 同在一个数量级，漏电设备上故障电压明显降低，但几乎不可能被限制在安全范围内。另一方面，故障电流不是短路电流，对于一般的过电流保护，不能迅速切断电源，故障将长时间存在。

正因为如此，一般情况下不能采用 TT 系统。如确有困难，不得不采用 TT 系统，则必须采取措施防止零线带电的危险，并装设能自动切断电源的保护装置，将故障持续时间限制在允许范围内。TT 系统中可装设剩余电流保护装置或过电流保护装置，并优先采用前者。

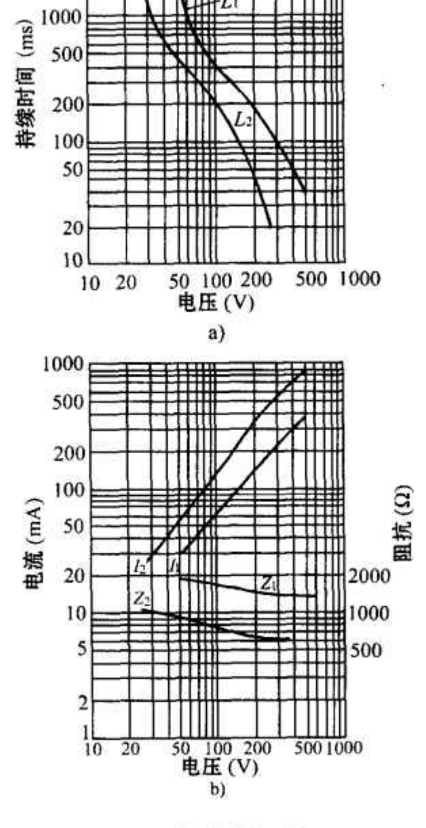
TT 系统主要用于未装备配电变压器，直接从外面引进低压电源的低压用户。

zuida guzhang chixu shijian
【最大故障持续时间】 最大故障持续时间是在 TT 系统和 TN 系统中，为了防止间接接触电击，在预期的接触电压下，允许故障持续的最大时间。与电击防护关联的自动装置的动作时间不得超过最大故障持续时间。低压系统故障的最大持续时间见下表和下图。表中第一种状态和图中 L_1、I_1、Z_1 曲线相应于环境干燥或略微潮湿、皮肤干燥、地面电阻率高的状态；表中第二种状态和图中 L_2、I_2、Z_2 曲线相应于环境潮

湿、皮肤潮湿、地面电阻率低的状态。故障最大持续时间原则上不得超过5 s。

允许故障持续时间

预期的接触电压（V）	第一种状态			第二种状态		
	人体阻抗（Ω）	人体电流（mA）	持续时间（s）	人体阻抗（Ω）	人体电流（mA）	持续时间（s）
25	—	—	—	1 075	23	>5
50	1 725	29	>5	925	54	0.47
75	1 625	46	0.60	825	91	0.30
90	1 600	56	0.45	780	115	0.25
110	1 535	72	0.36	730	151	0.18
150	1 475	102	0.27	660	227	0.10
220	1 375	160	0.17	575	383	0.035
280	1 370	204	0.12	570	491	0.020
350	1 365	256	0.08	565	620	—
500	1 360	368	0.04	560	893	—

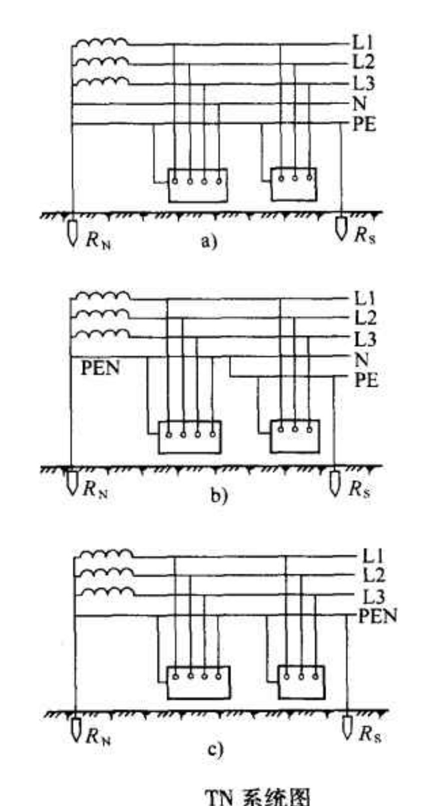


允许故障持续时间

a）持续时间　b）人体电流和人体电阻

TN xitong

【TN系统】 TN系统是三相四线配电网低压中性点直接接地、电气设备金属外壳采取接零措施的系统。字母“T”和“N”分别表示配电网中性点直接接地和用电设备金属外壳接保护零线。设备金属外壳与保护零线的连接常称为保护接零。TN系统简图如下图：



TN系统图

a）TN-S系统　b）TN-C-S系统　c）TN-C系统

在TN系统中，当相线直接短接设备金属外壳上时即形成单相短路，短路电流促使线路上的短路保护装置迅速动作，在规定时间内将故障设备断开电源，消除电击危险。在TN系统中，允许故障持续时间参见“TT系统”条目。其简明要求是：

1. 对于Ⅰ类手持电动工具、移动式电气设备和63 A以下的插座，故障持续时间不得超过下表所列数值：

TN系统允许故障持续时间

额定对地电压（V）	120	230	277	400	580
允许持续时间（s）	0.8	0.4	0.4	0.2	0.1

2. 对于配电干线和接向固定设备的配电线路（该配电线路的配电盘不接用Ⅰ类手持电动工具、移动式电气设备或63 A以下的插座，或配电盘与保护零干线

有电气连接),故障持续时间不得超过5 s。

TN系统中,设备断开电源前,其上对地电压决定于相一零线回路的阻抗,其大小为:

$$U_E = \left|\frac{Z_{PE}}{Z_T + Z_E + Z_L + Z_{PE}}\right| U$$

式中 Z_{PE}、Z_L、Z_E 和 Z_T 分别为保护线阻抗(包括PE和PEN线)、相线阻抗、相线上电气元件的阻抗和变压器计算阻抗。如上列阻抗值难以确定,预期接触电压可按下式近似计算:

$$U_E = K\frac{m}{1+m}U$$

式中 m——保护零线电阻与相线电阻之比,即

$$m = \frac{R_{PE}}{R_P};$$

K——计算系数,有总等电位连接时取 $K = 0.6 \sim 1$。

TN xitong zhonglei yu yingyong

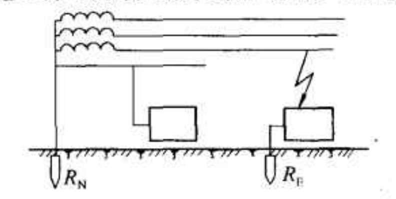
【TN系统种类与应用】 TN系统适用于220/380 V低压中性点直接接地的三相四线配电系统。应接保护线的部位与保护接地相同(参见"IT系统"条目)。

TN系统有三种类型(参见"TN系统"条目之插图),即TN-S系统、TN-C-S系统和TN-C系统。其中,TN-S系统有专用保护零线(PE线),即保护零线与工作零线(N线)完全分开。爆炸危险性较大或安全要求较高的场所应采用TN-S系统;有独立附设变电站的车间宜采用TN-S系统。TN-C-S系统是干线前段保护零线与工作零线共用(构成PEN线)、后段分开的系统。厂区设有变电站,低压进线的车间可采用TN-C-S系统。TN-C系统是干线部分保护零线与工作零线完全共用的系统,用于无爆炸危险和安全条件较好的场所。

由同一台变压器供电的配电网中,一般不允许采用如下图所示部分设备接零、部分设备仅仅接地的运行方式,即一般不允许同时采用TN系统和TT系统的混合运行方式。在这种情况下,当接地的设备漏电时,该设备和零线及其他所有接零设备的对地电压分别为:

$$U_E = \frac{R_E}{R_N + R_E}U \text{ 和 } U_{PE} = U - U_E = \frac{R_N}{R_N + R_E}U$$

这两个电压都可能给人以致命的电击。而且,由于故



混合系统图

障电流是不太大的接地电流,危险状态可能长时间存在。因此,这种运行方式一般是不允许的。如确有困难,不得不采用这种混合系统,则属于TT保护方式的设备必须装设符合"TT系统"要求的自动保护装置或采取其他有效的防电击措施。

rongduanqi baohu tiaojian

【熔断器保护条件】 我国旧设计规范规定,在小接地短路电流系统(接地短路电流不超过500 A)中采用熔断器作短路保护时,要求:

$$I_{SS} \geqslant 4I_{FU}$$

式中 I_{SS}和I_{FU}分别为单相短路电流和熔体额定电流。符合上述条件时,国产低压熔断器的熔断时间多在5~10 s之间。故障持续时间偏长,不能满足新标准的要求。为满足发生故障后5 s以内切断电源的要求,对于一般电气设备,建议按表1选取I_{SS}与I_{FU}的比值。对于手持电动工具等可移动的电气设备,建议按表2选取I_{SS}与I_{FU}的比值。

表1 一般设备TN系统对熔断器的要求

熔体额定电流(A)	4~10	10~63	80~200	250~500
I_{SS}/I_{FU}	4.5	5	6	7

表2 手持工具TN系统对熔断器的要求

熔体额定电流(A)	4~10	16~32	40~63	80~200
I_{SS}/I_{FU}	8	9	10	11

danxiang duanlu dianliu

【单相短路电流】 单相短路电流是评价保护接零设计的基本要素。在低压配电系统中,不但三相短路电流必须满足速断保护的要求,而且单相短路电流也必须满足速断保护的要求,稳态单相短路电流 I_{SS} 按下式计算:

$$I_{SS} = \frac{U}{|Z_L + Z_{PE} + Z_E + Z_T|}$$

其中

$$Z_T = \frac{Z_{T1} + Z_{T2} + Z_{T0}}{3}$$

式中 U、Z_L、Z_{PE}、Z_E 和 Z_T 分别为相电压、相线阻抗、保护零线阻抗、回路中电器元件阻抗和变压器计算阻抗;Z_{T1}、Z_{T2}和Z_{T0}分别为变压器正序阻抗、变压器负序阻抗和变压器零序阻抗。短路电流的冲击系数按下式计算:

$$K_1 = 1 + e^{0.01R/L}$$

式中 R 和 L 分别为回路电阻和电感。

chongfu jiedi

【重复接地】 重复接地是TN系统中,保护零线(PE线或PEN线)上除工作接地以外其他点的再次

接地。

重复接地的作用

1. 减轻 PE 线或 PEN 线断开或接触不良时电击的危险性。当保护线断开,断线后方有接零设备漏电的,如断线后方无重复接地,虽然断开处前方的零线及其上接零设备几乎不带电,但断开处后方的零线及其上所有接零设备都带有接近相电压的对地电压,电击危险性极大。如断线处后方有重复接地,则断开处后方的零线及其上接零设备和断开处前方的零线及其上接零设备分别带有如下的对地电压:

$$U_E = \frac{R_S}{R_N + R_S}U \text{ 和 } U_N = U - U_E = \frac{R_N}{R_N + R_S}U$$

这两个电压都低于相电压,总的危险程度有所减轻。当 PEN 线断开,没有设备漏电,但断线后方有不平衡负荷时,断线后方的零线及其上所有接零设备也将带有危险的对地电压。如有重复接地的情况下,该故障电压将大幅度降低。

2. 抑制 PEN 线断线时负载中性点"漂移"。TN-C 系统的零线断开后,如断线后方有不平衡负荷,则负载中性点的电位发生"漂移",使三相电压失去平衡,可能导致接在一相或两相上的用电器具烧坏。重复接地可抑制负载中性点的"漂移",消除或减轻上述危险。

3. 进一步降低故障持续时间内意外带电设备的对地电压。当设备漏电、电源尚未断开时,在没有重复接地的情况下,漏电设备对地电压为:

$$U_E = \left|\frac{Z_{PE}}{Z_L + Z_{PE}}\right|U$$

式中 Z_L、Z_{PE}和 U 分别为相线阻抗、保护线阻抗和相电压。而有重复接地时,漏电设备对地电压降低为:

$$U_E = \frac{R_S}{R_N + R_S}\left|\frac{Z_{PE}}{Z_L + Z_{PE}}\right|U$$

显然,对地电压有所降低。

4. 缩短漏电故障持续时间。由于重复接地在短路电流返回的途径上增加了一条并联支路,所以可增大单相短路电流,缩短漏电故障持续时间。线路细长时,这一作用比较明显。

5. 改善架空线路的防雷性能。由于重复接地对雷电流起分流作用,所以可进一步降低故障持续时间。

重复接地的处所

一些发达国家,不强调重复接地,而强调等电位连接。但在我国,由于种种原因,很多场合难以实现等电位连接,而必须靠重复接地提高保护接零的可靠性。为此,要求以下处所应装设重复接地:

1. 架空线路干线和分支线的终端、沿线路每1 km处、分支线长度超过200 m的分支处。

2. 线路引入车间及大型建筑物的第一面配电装置处(进户处)。

3. 采用金属管配线时,金属管与保护零线连接后做重复接地;采用塑料管配线时,另行敷设保护零线并做重复接地。

当工作接地电阻不超过4 Ω时,每处重复接地电阻不得超过10 Ω;当允许工作接地电阻不超过10 Ω时,允许重复接地电阻不超过30 Ω,但不得少于 3 处。

gongzuo jiedi

【工作接地】 在 TN 系统中,工作接地是指配电变压器低压绕组中性点的接地。工作接地的作用是保持系统电位的稳定性,即减轻由于一相接地,或高压窜入低压等故障条件下所产生过电压的危险性。当配电网一相故障接地时,如没有工作接地,另两相对地电压将上升到接近线电压甚至更高一些;如有工作接地,在线电压为400 kV的配电网中,一般可限制中性线对地电压不超过50 V,而非故障相对地电压不超过250 V。在10 kV不接地系统中,如低压没有工作接地,当高、低压故障短接时,低压系统的对地电压将上升为5 800 V左右;如低压边有工作接地,一般可限制低压系统对地电压升高不得超过120 V。

一般配电变压器的工作接地与其外壳的接地、与避雷器的接地是共用的。共用接地的接地电阻应按三者中要求最高的确定。仅就工作接地而言,接地电阻一般不应超过4 Ω,在高土壤电阻率地区,允许放宽至不超过10 Ω。

baohu jieling

【保护接零】 保护接零是一传统术语,是 220/380 V低压中性点直接接地的配电网中防止间接接触电击的安全措施。见"TN 系统"条目。

baohu daoti

【保护导体】 保护导体指 PE 线、PEN 线及与其相连接的不用作正常电流回路的导体,包括接零线、接地线、接地体等。PE 线是专用的保护导体、PEN 线是与工作零线共用的保护导体。

当 PE 线与相线材料相同时,如相线截面积为 S,则干线部分保护线最小截面积 S_{PE}应满足以下要求:

$S \leqslant 16\ \text{mm}^2$时,$S_{PE} = S$;

$16\ \text{mm}^2 < S \leqslant 35\ \text{mm}^2$时,$S_{PE} = 16\ \text{mm}^2$;

$S > 35\ \text{mm}^2$时,$S_{PE} = \frac{S}{2}$。

如支线部分保护线采用绝缘铜线,有机械保护时最小截面积为2.5 mm^2;无机械保护时最小截面积为4 mm^2。手持电动工具的保护线应采用 0.75 ~ 1.5 mm^{2}的多股软铜线。

如断开时间不少于0.1 s、不超过5 s时，保护导体最小截面应符合下列热稳定要求：

$$S_{PE}=\frac{I_S}{K}\sqrt{t}$$

式中 S_{PE}——保护导体最小截面积，mm^2；

I_S——单相短路电流，A；

t——保护电器动作时间，s；

K——热稳定校验系数。有色金属保护导体的 K 系数可近似按下表取用；对于钢质保护导体，一般可取 $K=50\sim60$。

热稳定校验 K 值表

类　别	聚氯乙烯	普通橡胶	乙丙橡胶	油浸纸
铜芯	114	131	142	107
铝芯	75	86	93	70

按照机械强度的要求，PEN 线（干线）的最小截面，铜线为10 mm^2、铝线为16 mm^2、电缆芯线为4 mm^2。

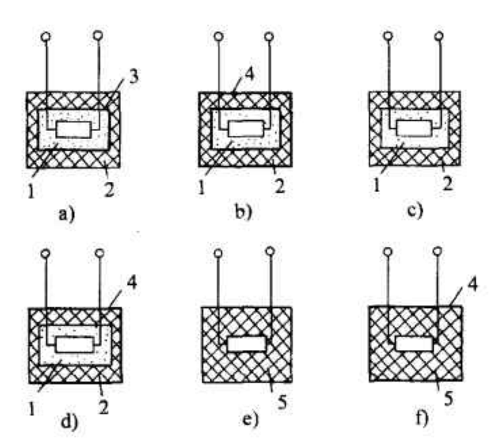
人工保护导体应尽量靠近相线敷设。变压器中性点引出的保护导体应直接接向保护干线。用自然导体作保护零线时，自然导体与相线之间的距离也不得太大。不能仅用电缆的金属包皮作为保护线，而应再敷设一条20 mm × 4 mm的扁钢。PE 线和 PEN 线上均不得装设开关或熔断器，一般也不得接入电器的动作线圈。各设备的保护线不得经设备本身串联，而应单独接向保护干线。保护线的接头必须便于检查和测试（封装的除外）。可拆开接头必须用工具才能拆开。保护线应有防机械损伤和化学腐蚀的措施。

jiaqiang jueyuan

【加强绝缘】 加强绝缘属于Ⅱ类设备的绝缘结构，包括双重绝缘、加强绝缘及另加总体绝缘等三种绝缘结构形式。下图是双重绝缘结构和加强绝缘结构的示意图。双重绝缘指工作绝缘（基本绝缘）和保护绝缘（附加绝缘）。前者是带电体与不可触及金属件之间的绝缘，是保证电气设备正常工作和防止电击的基本绝缘。后者是不可触及金属件与可触及金属件之间的绝缘，是用于工作绝缘损坏后防止电击的独立绝缘。单一的加强绝缘应具有上述双重绝缘同等的绝缘水平和机械强度。另加总体绝缘是指若干设备在其本身工作绝缘的基础上，另外装设的一套防止电击的附加绝缘物。

按照外壳特征，Ⅱ类设备分为以下三种类型：

1. 绝缘外壳基本上连成一体的Ⅱ类设备。其外壳上除铭牌、螺钉、铆钉等小金属物件外，其他金属部件都在绝缘外壳内。外壳构成补充或加强绝缘的



双重绝缘和加强绝缘图

1—工作绝缘　2—保护绝缘　3—不可触及的金属

4—可触及的金属　5—加强绝缘

全部。

2. 金属外壳基本上连成一体的Ⅱ类设备。其外壳与带电体之间尽量采取双重绝缘；无法采取双重绝缘的部件可采取加强绝缘。

3. 兼有绝缘外壳和金属外壳两种特征的Ⅱ类设备。

Ⅱ lei shebei

【Ⅱ类设备】 Ⅱ类设备是具有双重绝缘或加强绝缘的设备，其铭牌上有“回”字形标志。

Ⅱ类设备无须再接地或接零，但应符合下列安全条件：

1. 绝缘电阻和电气强度。绝缘电阻用500 V直流电压测试。工作绝缘的绝缘电阻不得低于2 MΩ、保护绝缘的不得低于5 MΩ、加强绝缘的不得低于7 MΩ。交流耐压试验的试验电压工作绝缘为1 250 V、保护绝缘为2 500 V、加强绝缘为3 750 V。对于有可能产生谐振电压者，试验电压应比 2 倍谐振电压高出1 000 V。耐压持续时间为1 min。试验中，不得发生闪络或击穿。做直流泄漏电流试验时，对于额定电压不超过250 V的Ⅱ类设备，试验电压为其额定电压上限值或峰值的 1.06 倍。施加电压后5 s读数。泄漏电流不得超过0.25 mA。做上述试验时，如遇绝缘测试面，应在该表面上压贴面积不超过20 cm × 10 cm的金属箔进行测试。

2. 外壳防护和机械强度。Ⅱ类设备应能保证在正常工作时以及在打开门盖和拆除可拆卸部件时，人体不得触及仅用工作绝缘与带电体隔离的金属部件。其外壳上不得有容易触及上述金属部件的小孔。

3. 电源连接线。Ⅱ类设备的电源连接线应按加强绝缘考虑。电源插头上不得有起导电作用以外的金属件。电源连接线与外壳之间至少应有两层单独的绝缘层，能有效地防止损伤。电源线的固定件应使用绝

缘材料；如用金属材料，则应加以保护绝缘等级的绝缘。电源线截面应符合下表的要求。电源连接线应经受1 min拉力试验而不损坏。设备质量在1 kg及以下时，试验拉力为30 N；1 kg以上、4 kg以下时，试验拉力为60 N；4 kg以上时，试验拉力为100 N。

电源线截面表

设备额定电流 I_N（A）	电源线截面积（mm^2）
$I_N \leqslant 10$	0.75①
$10 < I_N \leqslant 13.5$	1
$13.5 < I_N \leqslant 16$	1.5
$16 < I_N \leqslant 25$	1.5
$25 < I_N \leqslant 32$	4
$32 < I_N \leqslant 40$	6
$40 < I_N \leqslant 63$	10

注：①当额定电流在3 A以下、长度在2 m以下时，允许截面积为0.5 mm^2。

手持电动工具和一些家用电器应使用Ⅱ类设备。在潮湿场所或金属构架上工作应尽量使用Ⅱ类设备或Ⅲ类（安全电压型）设备。

anquan dianya
【安全电压】 安全电压又称安全特低电压，指保持独立回路的，其带电导体之间或带电导体与接地体之间不超过某一安全限值的电压。具有安全电压的设备称为Ⅲ类设备。

我国标准规定工频电压有效值的限值为50 V、直流电压的限值为120 V。我国标准还推荐：当接触面积大于1 cm^2、接触时间超过1 s时，干燥环境中工频电压有效值的限值为33 V、直流电压限值为70 V；潮湿环境中工频电压有效值的限值为16 V、直流电压限值为35 V。限值是在任何运行情况下，任何两导体间可能出现的最高电压值。

我国标准规定工频电压有效值的额定值有42 V、36 V、24 V、12 V和6 V。特别危险环境中使用的手持电动工具应采用42 V安全电压；在有电击危险环境中使用的手持照明灯和局部照明灯应采用36 V或24 V安全电压；金属容器内、隧道内、水井内以及周围有大面积接地导体等工作地点狭窄、行动不便的环境或特别潮湿的环境应采用12 V安全电压；水下作业等场所应采用6 V安全电压。当电气设备采用24 V以上安全电压时，必须采取直接接触电击的防护措施。

anquan dianya dianyuan ji huilu
【安全电压电源及回路】 通常采用安全隔离变压器作为安全电压的电源。除隔离变压器外，具有同等隔离能力的发电机、蓄电池、电子装置等均可做成安全电压电源。采用安全隔离变压器作安全电压的电源时，变压器的一次侧与二次侧之间有良好的绝缘；其间还可用接地的屏蔽隔离开来。安全隔离变压器各部分绝缘电阻不得低于下列数值：

带电部分与壳体之间的工作绝缘	2 MΩ
带电部分与壳体之间的加强绝缘	7 MΩ
输入回路与输出回路之间	5 MΩ
输入回路与输入回路之间	2 MΩ
输出回路与输出回路之间	2 MΩ
Ⅱ类变压器的带电部分与金属物件之间	2 MΩ
Ⅱ类变压器的金属物件与壳体之间	5 MΩ
绝缘壳体上内、外金属物件之间	2 MΩ

安全隔离变压器的额定容量，单相变压器不得超过10 kVA、三相变压器不得超过16 kVA、电铃用变压器的额定容量不应超过100 VA、玩具用变压器的额定容量不应超过200 VA；安全隔离变压器的额定电压，交流电压有效值不得超过50 V、脉动直流电压不得超过$50\sqrt{2}$ V，电铃用变压器的分别不应超过24 V和$24\sqrt{2}$ V，玩具用变压器的交流电压有效值和脉动直流电压分别不应超过33 V和$33\sqrt{2}$ V。当环境温度为35 ℃时，安全隔离变压器的各部最高温升不得超过下列数值：

金属握持部分	20 ℃
非金属握持部分	40 ℃
金属非握持部分的外壳	25 ℃
非金属非握持部分的外壳	50 ℃
接线端子	35 ℃
橡皮绝缘	30 ℃
聚氯乙烯绝缘	40 ℃

变压器的输入导线和输出导线应有各自的通道。固定式变压器的输入电路中不得采用插接件。可移动式变压器（带插头者除外）应带有2～4 m的电源线。导线进、出变压器处应有护套。

安全电压回路的带电部分必须与较高电压的回路保持电气隔离，并不得与大地、保护接零（地）线或其他电气回路连接。变压器外壳及其一、二次绕组之间的屏蔽隔离层应按规定接零或接地。如变压器不具备加强绝缘的结构，则二次侧宜接地或接零，以减轻一次侧与二次侧短接的危险。安全电压的配线最好与其他电压等级的配线分开敷设。否则，其绝缘水平应与共同敷设的其他较高电压等级配线的绝缘水平一致。

安全电压的设备的插座不得带有接零或接地插头或插孔。为了保证不与其他电压的插座有插错的可能，安全电压应采用不同结构的插座，或者在其插座上有明显的标志。

安全电压电源的一次侧、二次侧均应装设熔断器作短路保护。变压器的过流保护装置应有足够的容量。一般不采用自动复位装置。

如果电压值与安全电压值相符，而由于功能上的原因，电源或回路配置不完全符合安全电压的条件，则称为功能特低电压。其补充安全要求为：装设必要的屏护或加强设备的绝缘，以防止直接接触电击；当该回路同一次侧保护零线或保护地线连接时，一次侧应装设防止电击的自动断电装置，以防止间接接触电击。

dianqi geli

【电气隔离】 电气隔离是采用一次侧、二次侧电压相等的隔离变压器实现工作回路（二次回路）与其他电气回路电气上的隔离。应用电气隔离需满足以下安全条件：

1. 隔离变压器必须具有加强绝缘的结构，其温升和绝缘电阻要求与安全隔离变压器相同。其最大容量为：单相变压器不得超过25 kVA，三相变压器不得超过40 kVA。其空载输出电压交流不应超过1 000 V，脉动直流不应超过$1\,000\sqrt{2}$ V，负载时电压降低一般不得超过额定电压的5% ~15%。它具有耐热、防潮、防水及抗震结构；不得用赛璐珞等易燃材料作结构材料；手柄、操作杆、按钮等不应带电；外壳应有足够的机械强度，一般不能被打开，并应能防止偶然触及带电部分；盖板至少应由两种方式固定，其中，至少有一种方式必须使用工具实现。其输出绕组一般不应与壳体相连；输入绕组不应与输出绕组相连。其电源开关应采用全极开关，触头开距应大于3 mm；输出插座均应能防止不同电压的插头插入；固定式变压器输入回路不得采用插接件；移动式变压器可带有2 ~4 m电源线，电源线截面积参见“安全电压电源及回路”条目。其当输入端子与输出端子之间的距离小于25 mm时，则其间须用与变压器连成一体的绝缘隔板隔开。Ⅰ类变压器应有保护端子，其电源线中应有一条专用保护线；Ⅱ类变压器没有保护端子。

2. 二次侧保持独立，即不接大地、不接保护导体、不接其他电气回路，并应有防止二次回路故障接地及窜连其他回路的措施。对于二次回路线路较长者，还应装设绝缘监视装置。

3. 二次线路电压 $U_2 \leqslant 500$ V、二次线路长度 $L_2 \leqslant 200$ m、二次电压与长度的乘积 $U_2L_2 \leqslant 100\,000$ V·m。

4. 如隔离回路带有多台用电设备（或器具），则各台设备（或器具）的金属外壳应采取等电位连接措施。这时，所用插座均应带有供等电位连接的专用插孔。

shengyu dianliu baohu

【剩余电流保护】 剩余电流是流入（出）一点或流入（出）一闭合面的各电流瞬时值的代数和，是零序电流的一部分。以剩余电流作为输入信号（动作信号）的保护即剩余电流保护。相应的装置即为剩余电流保护装置。这种装置在我国通常叫做漏电保护装置。漏电保护装置是通过检测机构取得漏电及触电信号，经过中间机构的转换和放大，促使执行机构动作，再借助线路开关设备迅速断开电源的自动化装置。漏电保护装置主要用于防止由于间接接触和由于直接接触引起的单相电击。漏电保护装置也用于防止由漏电引起的火灾，以及用于监测或切除各种一相接地故障。有的漏电保护装置还带有过载保护、过电压和欠电压保护、缺相保护等保护功能。

按照动作信号，漏电保护装置可分为电流型漏电保护装置和电压型漏电保护装置。前者反映漏电或触电时产生的剩余电流；后者反映漏电设备金属外壳上的故障对地电压。电流型漏电保护装置比较复杂，但它既能防止间接接触电击，也能防止直接接触电击。电压型漏电保护装置结构简单，但它只能防止间接接触电击，不能防止直接接触电击。市售产品几乎都是电流型漏电保护装置。

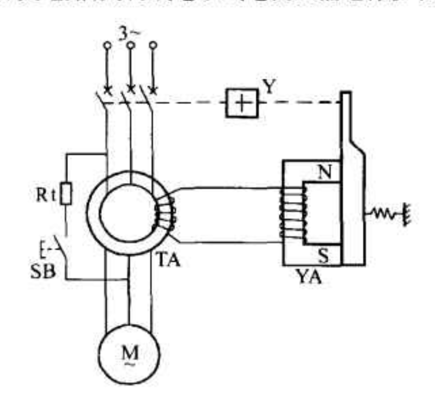
按照有无电子元器件，漏电保护装置可分为电子式漏电保护装置和电磁式漏电保护装置。电磁式漏电保护装置使用元件较少，可靠性较高，承受过电流或过电压冲击的能力较强，主电路缺相时保护性能好，其灵敏度不高（额定漏电动作电流一般只能设计到40 ~50 mA），对零序电流互感器铁心等材料的要求较高，极化电磁铁等元件制作的工艺难度较大。电子式漏电保护装置的灵敏度很高（额定漏电动作电流不难设计到6 mA），动作准确，容易取得动作延时，动作电流和动作时间容易调节，容易设计出多功能的保护器，对各元件的要求不高，工艺制作比较简单，其应用元件较多、可靠性较低、抗过电流和过电压的能力较弱、在主电路缺相时的保护性能较差。

按照极数，漏电保护装置可分为两极式、三极式和四极式。单相线路选用二极保护装置，仅带三相负载的三相线路或三相设备可选用三极保护装置，动力与照明合用的三相四线线路和三相照明线路必须选用四极保护装置。

dianliuxing loudian baohu zhuangzhi

【电流型漏电保护装置】 电流型漏电保护装置分为剩余电流型和泄漏电流型两类，市售产品绝大多数都是剩余电流型保护装置。剩余电流型电磁式漏电保护装置的原理见下图。这种保护装置以零序电流互感器 TA 作为取得触电或漏电信号的检测元件，以极化电磁铁 YA 作为中间机构。设备正常运行时，互感器一次侧的三相电流在其铁心中产生的磁通互相抵消，互感器二次侧不产生感应电动势，电磁铁不

动作；设备发生漏电或有人触电时，出现零序电流，互感器副边产生感应电动势，电磁铁线圈中有电流流过，并产生交变磁通。这个磁通与永久磁铁的磁通叠加，产生去磁作用，使吸力减小，衔铁被反作用弹簧拉开，通过脱扣机构使线路开关断开电源。图中，SB 与 Rt 串联构成检查支路，SB 是检查按钮、Rt 是限流电阻。电磁式漏电保护装置也可以采用电磁脱扣的方式进行工作。在图中若零序电流互感器后方装有电子放大环节或开关电路，则构成电子式电流型漏电保护装置。



剩余电流型漏电保护装置原理图

loudian baohuzhuangzhi dongzuo canshu

【漏电保护装置动作参数】 漏电保护装置动作参数主要有动作电流和分断时间。

1. 动作电流。它是指漏电保护装置的额定漏电动作电流，是在规定条件下使漏电保护装置动作的剩余电流。漏电保护装置的动作电流（包括动作电压、动作时间）不应超过条目“最大故障持续时间”约制的范围。我国标准规定电流型漏电保护装置的额定漏电动作电流有 6、10、15、30、50、75、100、200、300、500、1 000、3 000、5 000、10 000、20 000 mA 等 15 个等级（15、50、75、200 mA不推荐优先采用）。其中，30 mA及30 mA以下的属高灵敏度，主要用于防止各种人身触电事故；30 mA以上、1 000 及1 000 mA以下的属中灵敏度，用于防止触电事故和漏电火灾；1 000 mA以上的属低灵敏度，用于防止漏电火灾和监视一相接地事故。

为了避免误动作，保护装置的额定不动电流不得低于额定动作电流的 1/2。

用于防火的漏电报警装置的额定动作电流宜设计为 25 mA、50 mA、100 mA、200 mA、400 mA和800 mA。动作电流不可调者，动作电流不应超过200 mA；动作电流可调者，最小动作电流不应超过200 mA，最大动作电流不应超过1 000 mA。

2. 分断时间。指漏电保护装置从突然加上漏电动作电流时起，至被保护电路切断为止的全部时间。漏电分断时间不应超过条目“最大故障持续时间”约制的范围。快速型漏电保护装置动作时间与动作电流的乘积不应超过30 mA·s。我国标准规定漏电保护装置的分断时间见下表。表中额定电流≥40 A的一栏指适用于组合型漏电保护装置。延时型漏电保护装置延时时间的优选值为 0.2、0.4、0.8、1、1.5 和2 s。采用 3 级保护者，最上一级动作时间也不宜超过1 s。

漏电保护装置的分断时间 s

额定动作电流 $I_{\Delta N}$(mA)	额定电流 (A)	分断时间			
		$I_{\Delta N}$	$2I_{\Delta N}$	0.25 A	$5I_{\Delta N}$
≤30	任意值	0.2	0.1	0.04	—
>30	任意值	0.2	0.1	—	0.04
	≥40	0.2	—	—	0.15

jueyuan he jueyuan cailiao

【绝缘和绝缘材料】 绝缘是用绝缘材料把带电体紧密封闭起来，防止带电体漏电，使带电体不能裸露在外的技术措施。绝缘材料指体积电阻率为 107 Ω · m以上的材料。

通常情况下，工作温度越高，则材料老化越快。按照允许的极限工作温度，即按照耐热等级，绝缘材料分为若干级别。Y 级绝缘的极限工作温度为90 ℃，如木材、纸、棉花及其纺织品等；A 级绝缘的极限工作温度为105 ℃，如沥青漆、漆布、漆包线及浸渍过的 Y 级绝缘材料；E 级绝缘的极限工作温度为120 ℃，如玻璃布、油性树脂漆、聚酯薄膜与 A 级绝缘材料的复合、耐热漆包线等；B 级绝缘的极限工作温度为130 ℃，如玻璃纤维、石棉、聚酯漆、聚酯薄膜等；F 级绝缘的极限工作温度为155 ℃，如玻璃漆布、云母制品、复合硅有机树脂漆、以玻璃丝布、石棉纤维为基础的层压制品；H 级绝缘的极限工作温度为180 ℃，如复合云母、硅有机漆、复合玻璃布等；C 级绝缘的极限工作温度在180 ℃以上，如石英、玻璃、电瓷、补强的云母绝缘材料。

jueyuan shixiao

【绝缘失效】 绝缘有击穿、老化、损伤等三种失效方式。

绝缘物质在强电场及其他因素的作用下，如电场强度超过一定限度，将急速地发生破裂或分解，完全失去绝缘性能而失效。这种失效方式称为击穿。绝缘物质发生击穿时的电压称为击穿电压，发生击穿时的电场强度简称击穿强度。气体击穿是由碰撞电离导致的电击穿。在均匀电场、气压为 0.098 MPa、温度为 20 ℃、两极间距离大于0.1 cm的条件下，空气击穿电压与极间距离保持以下关系：

$$U_b = 30b + 1.35$$

式中 U_b 为空气击穿电压，kV；b 为电极间距离，cm。

气体击穿后绝缘性能会很快恢复。液体电介质的击穿特性与其纯净程度有关。纯净液体的击穿也是电击穿。工程上应用的液体绝缘材料是含有气体、液体和固体杂质的非纯净液体。非纯净液体在强电场作用下,其内杂质极化而定向排列,并形成小桥,沿小桥发生击穿。液体绝缘击穿后,绝缘性能只能在一定程度上可以得到恢复。固体电介质的击穿有电击穿、热击穿、电化学击穿、放电击穿等击穿形式。电击穿是固体在强电场作用下,由碰撞电离导致的击穿。电击穿的特点是电压作用时间短(微秒至毫秒级)、击穿电压高。热击穿是固体在强电场作用下,由于介质损耗等原因产生热量,使温度上升、电介质局部熔化、烧焦或烧裂导致的击穿。热击穿的特点是电压作用时间较长(数秒至数小时),而击穿电压较低。电化学击穿是固体在电场作用下,由于电离、发热和化学反应等因素的综合效应造成的击穿。电化学击穿的特点是电压作用时间长(数小时至数年),而击穿电压往往很低。放电击穿是固体在强电场作用下,内部气泡首先放电,继而加热其他杂质,使之汽化形成气泡,由气泡放电进一步发展导致的击穿。放电击穿属于电击穿。除上述外,当固体材料或液体材料与气体同处于电场中时,可能发生沿分界面的击穿(闪络)。固体电介质击穿后将失去其绝缘性能。

老化是绝缘物质经长时间使用,受到热、电、光、氧、机械力、微生物等因素的作用,将发生不可逆的物理化学变化,逐渐丧失原有电气性能或机械性能的一种失效。老化包含电老化过程和热老化过程。工作温度越高,材料老化得越快。

损伤是绝缘物质受到外界腐蚀性液体、气体、蒸气、潮气、粉尘的污染和侵蚀,以及受到外界热源或机械因素的作用时,在较短或很短的时间内失去电气性能或机械性能的现象。动物和植物以及工作人员错误操作也可能破坏电气设备或电气线路的绝缘。

jueyuan zhibiao

【绝缘指标】 指设备绝缘结构电气指标,包括:

1. 绝缘电阻。是绝缘物质在规定条件下的直流电阻。绝缘电阻是电气设备和电气线路最基本的绝缘指标。运行中电气设备和电气线路运行温度下的绝缘电阻一般不得低于每伏工作电压1 000 Ω。详见“绝缘电阻”条目。

2. 吸收比。是从开始测量起60 s时的绝缘电阻与15 s时的绝缘电阻的比值。吸收比可反映绝缘材料受潮情况。电力变压器、电抗器的吸收比不应小于1.3;高压交流电动机的吸收比不应小于1.2。绝缘物质受潮或有局部缺陷时吸收比趋近于1。

3. 介电强度。是电介质能承受而不至遭到破坏的最高电场强度。介质强度由耐压试验测定。

4. 泄漏电流。是沿不希望的绝缘途径流过的电流。泄漏电流由泄漏电流试验测定。泄漏电流试验一般是直流泄漏电流试验。泄漏电流试验可发现绝缘物的硬伤、脆裂等缺陷。发电机、交流电动机、变压器和电抗器、油断路器和空气断路器、电力电缆、避雷器等高压设备投入运行前,应按规定做泄漏电流试验;绝缘手套、绝缘靴、绝缘垫等电工安全用具亦应按规定,定期做泄漏电流试验。

5. 介质损耗。是电介质在交流电压的作用下,由极化电流和漏导电流产生的功率损耗。介质损耗用介质损耗角的正切值 $\mathrm{tg}\delta$ 表示。δ 角是介质功率因数角的余角。$\mathrm{tg}\delta$ 用高压交流电桥测量。35 kV以上的变压器、电抗器、互感器、多油断路器、绝缘套管应做介质试验。

jueyuan dianzu

【绝缘电阻】

1. 低压装置。对于验收试验,常温下电动机、配电设备和配电线路的绝缘电阻应不低于0.5 MΩ。低压电器及其连接电缆和二次回路的绝缘电阻一般应不低于1 MΩ;在比较潮湿的环境中应不低于0.5 MΩ;二次回路小母线的绝缘电阻应不低于1 MΩ。Ⅰ类手持电动工具的绝缘电阻不应低于2 MΩ。

对于运行中的设备和线路,绝缘电阻不应低于1 000 Ω/V。

2. 高压装置。对于验收试验,油浸电力变压器高压绕组与低压绕组及外壳之间、低压绕组与高压绕组及外壳之间的绝缘电阻不应低于出厂试验值的70%,并应折算到20 ℃时进行比较。如实测温度为 t℃、实测绝缘电阻为 R_t,则20 ℃时的绝缘电阻 R_{20} 按下式计算:

$$R_{20} = R_t \times 1.5^{0.1(t-20)}$$

互感器的绝缘电阻应与出厂试验值无明显差别。高压开关有机材料拉杆验收试验的绝缘电阻3 ~ 10 kV者应不低于1 200 MΩ;20 ~ 35 kV者应不低于3 000 MΩ。悬式绝缘子每片的绝缘电阻应不低于300 MΩ;35 kV及以下支柱绝缘子每片的绝缘电阻不应低于500 MΩ。电力电容器20 ℃时的绝缘电阻验收试验应不低于2 000 MΩ;预防性试验应不低于1 000 MΩ。

高压交流电动机在运行温度下,定子绕组的绝缘电阻不应低于1 MΩ/kV,转子绕组的绝缘电阻应不低于0.5 MΩ/kV。运行状态下的绝缘电阻按下式换算:

$$R_{75} = R_t \times 2^{0.1(t-75)} \quad \text{(热塑性绝缘)}$$

$$R_{100} = R_t \times 1.6^{0.1(t-100)} \quad \text{(B 级热固性绝缘)}$$

式中 t 为测量时温度;R_{75}、R_{100} 和 R_t 分别为75 ℃、100 ℃和 t℃时的绝缘电阻。

jueyuan dianzu celiang
【绝缘电阻测量】 绝缘电阻用兆欧表测定。兆欧表俗称摇表，主要由直流电源（通常是手摇发电机）和测量机构（磁电系比率计）组成。其空载输出电压多为直流500 V、1 000 V和2 500 V。使用兆欧表测量绝缘电阻应注意下列事项：

1. 根据被测量对象选用适合输出电压和指示范围的兆欧表。对于额定电压500 V及500 V以下者，应采用输出电压500 V或1 000 V的兆欧表；对于额定电压500 V以上者，应采用输出电压1 000 V或2 500 V的兆欧表；对于额定电压10 kV以上者，应采用2 500 V的兆欧表。

2. 使用前先检查兆欧表外观及测量连接线是否完好。

3. 使用前要做开路和短接试验（检验兆欧表）。开路试验是将兆欧表端子开路，以大约120 r/min的速率转动手柄，兆欧表指针应指向"∞"位置；短接试验是将兆欧表L端子与E端子短接，轻轻转动兆欧表的手柄，兆欧表指针应迅速回向"0"位。

4. 被测设备必须停电；对于有大电容的设备，停电后还必须彻底放电。

5. 正确接线。兆欧表的E端一般接电气设备金属外壳，L端接被测导体，G端一般不用。在测量电缆的绝缘电阻时，为了消除流经表面电阻的面电流给测量带来的误差，应将G端接于被测导体绝缘层上的屏蔽环。

6. 测量时兆欧表应平放；应均匀转动兆欧表手柄，转速应保持在120 r/min左右。

7. 在120 r/min左右的转速下持续1 min，待指针稳定后读数并记录。

8. 对于有大电容的被测量对象，读数、记录后，应先撤下L端搭接，再停止转动手柄；经对被测对象再次放电后，再拆除测量接线。

9. 测量时如指针迅速跑向零位，表明被测绝缘已经击穿，应立即停止转动兆欧表的手柄。

10. 测量电缆的绝缘电阻时，应注意到电缆另一端可能出现的危险，并采取适当的安全措施。

pinghu
【屏护】 屏护的主要安全作用是防止触电（防止触电或过分接近带电体）、防止短路及短路火灾，以及便于安全操作。

屏护是采用围栏、遮栏、屏障、护罩、护盖、箱匣、障碍等将带电体与外界隔绝开来。屏护装置包括遮栏和障碍。遮栏可防止无意或有意触及带电体，障碍只能防止无意触及带电体。

屏护装置应符合以下安全条件：

1. 所用材料应有良好的机械性能。

2. 遮栏应具有永久性特征；障碍应安装牢固。

3. 金属屏护装置应有良好的接地（或接零）措施。

4. 屏护装置应保持有足够的安全距离。遮栏高度不应小于1.7 m、下部边缘离地面高度不应大于0.1 m。网眼遮栏与带电体之间的距离不应小于下表所列数值。户内栅遮栏高度不应小于1.2 m、户外不应小于1.5 m；栏条间距离不应大于0.2 m；对于低压设备，遮栏与裸导体的距离不应小于0.8 m。户外变配电装置围墙高度一般不应小于2.5 m。

网眼遮栏与带电体之间的距离

额定电压(kV)	<1	10	20～35
最小距离(m)	0.15	0.35	0.6

5. 遮栏、栅栏等屏护装置上应有明显的标志，如"止步，高压危险！"等。

6. 遮栏出入口的门上应根据需要装锁或安装信号、联锁装置。

jianju
【间距】 间距是将带电体置于可能触及的范围之外。其安全作用与屏护相同。带电体与地面、水面之间，带电体与建筑物之间，带电体与树木之间，带电体与其他设施或设备之间，带电体与带电体之间以及带电体与人体之间均需保持足够的安全间距。间距的大小决定于电压高低、设备类型、防火要求、环境条件、安装方式等因素。各项安全间距请见有关设计规范。考察安全间距须考虑到风力、气温变化、覆冰等气象及环境因素的影响。

diangong anquan yongju
【电工安全用具】 电工安全用具是防止触电、坠落、灼伤等危险，保障工作人员安全的电工专用工具和用具。按照用途，电工安全用具分为以下几类。

1. 绝缘安全用具。包括绝缘杆、绝缘夹钳、绝缘靴、绝缘手套、绝缘垫和绝缘站台等用具。绝缘安全用具分为基本安全用具和辅助安全用具。前者的绝缘强度能长时间承受电气设备的工作电压，能直接用来操作电气设备；后者的绝缘强度不足以承受电气设备的工作电压，只能加强基本安全用具的作用。绝缘杆和绝缘夹钳都是基本安全用具。绝缘夹钳只用于35 kV及35 kV以下的电气操作。绝缘手套和绝缘靴用橡胶制成，两者都作为辅助安全用具，但绝缘手套可作为低压工作的基本安全用具、绝缘靴可作为防护跨步电压的基本安全用具。绝缘垫和绝缘站台只作为辅助安全用具。

2. 验电器。验电器也叫携带式电压指示器，分为高压和低压两种，用来检验导体是否有电。老式验电

器都靠氖灯发光指示有电。新式高压验电器有的带有声、光、形多重指示。新式低压验电器有的用液晶显示。

3. 登高安全用具。包括梯子、高凳、脚扣、登高板、安全腰带等专用用具。

4. 临时接地线、遮栏和标示牌。临时接地线装设在被检修区段两端的电源线路上，用来防止突然来电、防止邻近高压线路的感应电，临时接地线也用作放尽线路或设备上残留电荷的安全器材。遮栏主要用来防止工作人员无意碰到或过分接近带电体，也用作检修安全距离不够时的安全隔离装置。遮栏用干燥的木材或其他绝缘材料制成。在过道和入口等处可采用栅栏。遮栏和栅栏必须安装牢固，并不得影响工作。遮栏高度及其与带电体的距离应符合屏护的安全要求。标示牌用绝缘材料制成，其作用是警告工作人员不得过分接近带电部分，指明工作人员的准确的工作地点，提醒工作人员应当注意的问题，以及禁止向某段线路送电等。

diangong anquan jianxiu fangfa

【电工安全检修方法】 指保证电气检修工作安全进行的一套工作方法，包括检修安全技术措施和安全工作制度。安全技术措施包括停电、验电、装接地线、设置遮栏和标示牌等四项技术措施。安全工作制度包括工作票制度、工作许可制度、工作监护制度、工作间断、转移与终结制度等。

检修工作中，如人体与其他带电设备之间的距离小于规定值（10 kV及以下者小于0.35 m、20～30 kV者小于0.6 m）时，该设备应当停电；如距离大于上述数值，但分别小于0.7 m和1 m，则应设遮栏，否则也应停电。停电时，应注意所有能给检修部位送电的线路均应停电，并采取防止误合闸的措施，而且每处至少应有一个明显可见的断开点。对于有较大电容的设备和所有高压设备，停电后应充分放电。对已停电的线路或设备，不论其经常接入的电压表或其他信号是否指示无电，均应进行验电。为了防止意外送电和二次系统意外的送电，应在被检修部分外端装设临时接地线。在部分停电检修时，应将带电部分遮拦起来，并悬挂标示牌。

dianqi anquan jiaoyu

【电气安全教育】 电气安全教育的目的是提高相关人员的安全意识，使其充分认识安全用电的重要性；同时，使工作人员懂得用电的基本知识，掌握安全用电的基本方法，从而能安全地、有效地进行工作。新人厂的工作人员应接受厂、车间、生产班组三级安全教育。对普通职工，应当要求懂得关于电和关于安全用电的一般知识。对于使用电气设备的生产工人，除应懂得一般性知识外，还应当了解与安全用电相关联的安全规程。对于独立工作的电气专业工作人员，应当具备电气安全操作技能；应当懂得电气装置在安装、运行、使用、维护、检修过程中的安全要求；应当掌握有关接地、接零、屏护、间距、安全电压、漏电保护等电气安全技术的原理、应用和技术要求；应当熟知电气安全操作规程及其他相关联的规程；应当学会触电急救和电气灭火的方法；应当逐步学会和掌握分析、处理事故和排除故障的方法。专业电工应通过培训和考试，取得操作合格证后才允许独立作业。

dianhuohua he dianhu

【电火花和电弧】 电火花是电极间击穿放电时的强烈流柱。大量电火花汇集成电弧。电火花的温度高达数千摄氏度，不仅能直接引起可燃物燃烧，还能使金属熔化、飞溅，构成二次火源。刀开关、断路器、接触器、继电器等电器正常工作或正常操作过程中会产生电火花；直流电动机的电刷与换向器的滑动接触处、绕线式异步电动机的电刷与滑环的滑动接触处也会产生电火花；电气设备或电气线路的绝缘发生过电压击穿、发生短路、故障接地以及导线断开或接头松动时，都可能产生电火花或电弧；熔断器的熔体熔断时也会产生危险的电火花或电弧；雷电放电、静电放电、电磁感应放电也都会产生电火花。

切断感性电路时，断口处将产生比较强烈的电火花或电弧。其火花能量为：

$$W_L = \frac{1}{2}LI^2$$

式中 W_L——火花能量，J；

L——电感，H；

I——电流，A。

雷电放电可产生强烈的电弧。直击雷放电可产生20 000 ℃的电弧，引燃危险性极大。随着雷击发生的二次放电的引燃危险性也很大。雷电冲击过电压击穿电气设备的绝缘构成短路也有很大的引燃危险。

工艺过程中或人们行动过程中所产生静电的电压可高达数千至数十万伏，容易发生放电。静电放电的火花能量为：

$$W_e = \frac{1}{2}CU^2$$

式中 W_e——火花能量，J；

C——放电导体间电容，F

U——放电导体间电压，V。

设在无线电发射台附近的塔式起重机、管道系统、构架、避雷针等高大金属结构可受到电磁感应，接收辐射能量而带电，也能产生火花放电。

fangbaoxing dianqi shebei

【防爆型电气设备】 爆炸危险环境使用的电气设备，结构上应能防止由于在使用中产生火花、电

弧或危险温度而成为安装地点爆炸性混合物的引燃源。防爆型电气设备种类很多。各类防爆型电气设备的特征如下：

1. 隔爆型。是具有能承受内部爆炸性混合物爆炸的高压而不致破裂或变形，而且内部爆炸不致通过外壳上任何结合面或结构孔洞引起外部混合物爆炸的防爆型电气设备。隔爆型电气设备的外壳用钢板、铸钢、铝合金、灰铸铁等材料制成。其外壳应能承受1.5倍爆炸压力的静压或动压试验。

2. 增安型。是在正常时不产生火花、电弧或高温的设备上采取措施以提高安全程度的防爆型电气设备。其绝缘带电部件的外壳防护等级不得低于IP44；其裸露带电部件的外壳防护等级不得低于IP44。其允许温升应比非防爆型设备低10 ℃；电动机堵转时亦不应达到危险温度。

3. 充油型。是将可能产生电火花、电弧或危险温度的带电零部件浸在绝缘油里，使它不能点燃油面上方爆炸性混合物的防爆型电气设备。充油型设备的外壳防护等级不应低于IP54；外壳上应有排气孔，孔内不得有杂物。油量必须充足，油面深度不得小于25 mm；T1～T4组设备的油面温度不应超过100 ℃，T5组的不应超过80 ℃，T6组的不应超过70 ℃。

4. 充砂型。是将细粒状物料充入设备外壳内，令壳内出现的电弧、火焰传播、壳壁温度或粒料表面温度不能点燃壳外爆炸性混合物的电气设备。充砂型设备的外壳应有足够的机械强度，其防护等级不得低于IP44。熔断器等小型电器可制成充砂型设备。

5. 本质安全型。是在正常状态下和故障状态下产生的火花或热效应均不能点燃爆炸性混合物的防爆型电气设备。本质安全型电气设备是利用限制引燃源能量的办法来达到防爆目的的。测量仪器、信号装置可制成本质安全型设备。本质安全型电气设备分为ia、ib两个级别。正常工作，或发生一个故障，或发生两个故障时不能点燃爆炸性混合物的电气设备为ia级本质安全型设备；正常工作，或发生一个故障时不能点燃爆炸性混合物的电气设备为ib级本质安全型设备。

6. 正压型。是向外壳内充入带正压的清洁空气、惰性气体或连续通入清洁空气以阻止爆炸性混合物进入外壳内的防爆型电气设备。正压型设备分为通风、充气、气密等三种形式。保护气体可以是空气、氮气，或其他非可燃气体。设备外壳内不得有通风死角。其外壳防护等级不得低于IP44。其出风口气压或充气气压不得低于196 Pa，并应装有低气压报警装置。

7. 无火花型。是在防止危险温度、外壳防护、防冲击、防机械火花、防电缆事故等方面采取措施，以提高安全程度的防爆型电气设备。

8. 特殊型。是指除隔爆型、增安型、充油型、正压型、本质安全型、无火花型、充砂型电气设备以外的或由上述两种以上形式组合成的电气设备。

fangbao dianqi shebei biaozhi

【防爆电气设备标志】 按照新标准和旧标准，防爆电气设备的类型和标志列入下表。完整的防爆标志依次标明防爆形式、类别、级别和组别。例如，dⅡBT3为Ⅱ类B级T3组的隔爆型电气设备、iaⅡAT5为Ⅱ类A级T5组的ia级本质安全型电气设备。如有一种以上复合防爆形式，应先标出主体防爆形式，再标出其他防爆形式，如epⅡBT4为主体增安型，并有正压型部件的防爆型电气设备。对于只允许用于某一种可燃性气体或蒸气环境的电气设备，可直接用该气体或蒸气的分子式或名称标出，而不必注明级别和组别，如“dⅡ(NH_3)”或“dⅡ氨”为用于氨气环境的隔爆型电气设备。对于Ⅱ类电气设备，也可以标最高表面温度，如最高表面温度125 ℃的工厂用增安型电气设备可标志为eⅡ(125 ℃)。

防爆电气设备和标志

新标准(GB3836—83)			旧标准(GB1366—77)		
类别	标志		类别	标志	
	工厂用(Ⅱ)类	煤矿用(Ⅰ)类		工厂用	煤矿用
隔爆型	d	d	隔爆型	B	KB
增安型	e	e	防爆安全型	A	KA
本质安全型	ia、ib	ia、ib	安全火花型	H	KH
正压型	p	p	防爆通风充气型	F	KF
充油型	o	o	防爆充油型	C	KC
充砂型	q	q	—	—	—
无火花型	n	n	—	—	—
特殊型	s	s	防爆特殊型	T	KT

fangbao dianqi xianlu

【防爆电气线路】 在爆炸危险环境中，电气线路的安装位置、敷设方式、导线材质、连接方法等均应与区域危险等级相适应，并应满足以下要求。

1. 位置。电气线路应当敷设在爆炸危险性较小或距离释放源较远的位置。电气线路宜沿有爆炸危险的建筑物的外墙敷设；当爆炸危险气体或蒸气比空气重时，电气线路应在高处敷设，电缆则直接埋地敷设或电缆沟充砂敷设；当爆炸危险气体或蒸气比空气轻时，电气线路宜敷设在低处，电缆则采取电缆沟敷设。

10 kV及10 kV以下的架空线路不得跨越爆炸危险环境;当架空线路与爆炸危险环境邻近时,其间距离不得小于杆塔高度的1.5倍。

2. 配线方式和接线方式。爆炸危险环境主要采用防爆钢管配线和电缆配线。固定敷设的电力电缆应采用铠装电缆;固定敷设的照明、通信、信号和控制电缆可采用铠装电缆和塑料护套电缆。非固定敷设的电缆应采用非燃性橡胶护套电缆。

3. 隔离和密封。敷设电气线路的沟道以及保护管、电缆或钢管在穿过爆炸危险环境等级不同的区域之间的隔墙或楼板时,应用非燃性材料严密堵塞。

4. 导线材料。1区和10区应采用铜芯导线或电缆。2区和11区宜采用铜芯导线或电缆;但当采用压接、熔焊或钎焊时,允许采用铝芯导线或电缆。爆炸危险环境宜采用交联聚乙烯、聚乙烯、聚氯乙烯或合成橡胶绝缘及有护套的电线。爆炸危险环境宜采用有耐热、阻燃、耐腐蚀绝缘的电缆,不宜采用油浸纸绝缘电缆。

在爆炸危险环境,低压电力、照明线路所用电线和电缆的额定电压不得低于工作电压,并不得低于500 V。工作零线应与相线有同样的绝缘能力,并应在同一护套内。

5. 允许载流量。导线允许载流量不应小于熔断器熔体额定电流和断路器长延时过电流脱扣器整定电流的1.25倍或电动机额定电流的1.25倍。高压线路应按短路电流进行热稳定校验。

6. 连接。爆炸危险环境的电气线路不得有非防爆型中间接头。1区应采用隔爆型线盒,2区可采用增安型接线盒。爆炸危险环境铜、铝导线的连接应采用铜铝过渡接头。

leidian zhonglei

【雷电种类】 按照形成方式,分为以下4种雷电:

1. 直击雷。是带电积云与地面目标之间的直接放电。带电积云接近地面时,在地面凸出物顶部感应出异性电荷,其间电场强度增大。当积云与地面凸出物之间的电场强度达到25~30 kV/cm时,即发生由带电积云向大地发展的跳跃式先导放电,持续时间约为5~10 ms。当先导放电达到地面凸出物时,即发生从地面凸出物向积云发展的极明亮的主放电,其放电时间仅50~100 μs。主放电向上发展至云端即告结束。主放电结束后继续有微弱的余光,持续时间约为30~150 ms。大约50%的直击雷有重复放电的性质。平均每次雷击有三四个冲击,最多能出现数十个冲击。第一个冲击的先导放电是跳跃式先导放电,第二个以后的先导放电是放电时间仅为1 ms箭形先导放电。一次雷击的全部放电时间一般不超过500 ms。

2. 静电感应雷。带电积云接近地面时,在架空线路导线或其他导电凸出物顶部感应出大量电荷,在带电积云与其他导体放电后,架空线路导线或导电凸出物顶部的电荷失去束缚,以大电流、高电压冲击波的形式,沿线路导线或导电凸出物极快地传播。该冲击波具有雷电特征,称为静电感应雷。

3. 电磁感应雷。雷电放电时,极大的冲击雷电流在周围空间产生迅速变化的强磁场,并在邻近的导体上感应出很高的电动势。该电动势具有雷电特征,称为电磁感应雷。

4. 球雷。是在雷电放电时形成的一团处在特殊状态下的带电气体,表现为发红光、橙光或白光的火球。球雷出现的概率约为雷电放电次数的2%。其直径多为20 cm左右;其运动速度约为2 m/s或更快一些;其存在时间为数秒钟到数分钟。球雷易出现在雷雨季节,球雷可能从门、窗、烟囱等通道侵入室内。球雷也能造成多种灾害。

leidian canliang

【雷电参量】 雷电能量是防雷设计的依据。雷电主要参量如下:

1. 雷暴日。一般指年平均雷暴日,是一年中能听到雷声的平均日数。我国海南省年平均雷暴日为100~133 d/a,广东、广西、云南等省部分地区年平均雷暴日在80 d/a以上,长江流域以南地区多为40~80 d/a,长江流域以北大部分地区为20~40 d/a,西北地区多在20 d/a以下,西藏很多地方为50~80 d/a。年平均雷暴日在40 d/a以上的为多雷区,在15 d/a以下的为少雷区。

2. 预计雷击次数。一般指年预计雷击次数,即一年内预计遭受雷击的次数,按下式计算:

$$N = 0.024kT_d^{1.3}A_e \times 10^{-6}$$

式中 N——年预计雷击次数,次/a;

k——校正系数;

T_d——年平均雷暴日,d/a;

A_e——建筑物截收相同雷击次数的等效面积,是建筑物实际平面积向外扩大后的面积,m^2。

一般情况下取校正系数 $k=1$;位于旷野孤立的建筑物取 $k=2$;金属屋面、砖木结构的建筑物取 $k=1.7$;位于河边、湖边、山坡下或山地中土壤电阻率较小处、地下水露头处、特别潮湿处、土山顶部、山谷风口等处易受雷击的建筑物取 $k=1.5$。建筑物等效面积是实际平面积向外扩大后的面积。

3. 雷电流幅值。指主放电时冲击电流的最大值。雷电流幅值可高达数十至数百千安。雷电流幅值越大者出现的概率越小。在年平均雷暴日为20 d/a以上的地区,雷电流幅值按下式计算:

$$I_{LP} = -108\ \lg P$$

式中 I_{LP}为雷电流幅值,kA;P为概率。100 kA的雷电流幅值对应的概率约为12%。进行防雷设计时,可按100 kA考虑。

4. 雷电流陡度。指雷电流随时间上升的速度。雷电流波波头陡度可达50 kA/μs,平均陡度约为30 kA/μs。雷电流波波头时间仅数微秒,设计时一般按2.6 μs考虑。

5. 雷电冲击过电压。雷电冲击过电压指冲击电压的最大值。直击雷冲击过电压按下式计算:

$$U_d = iR_{im} + L\frac{di}{dt}$$

式中 U_d——直击雷冲击过电压,kV;

i——雷电流,kA;

R_{im}——防雷接地装置的冲击接地电阻,Ω;

L——雷电流通路的电感,H。如通路长度l以m为单位,则$L = 1.3\ l$ μH。

雷击点距电力线路50 m以外时,感应雷冲击过电压可按下式计算:

$$U_{in} = \frac{25 I_{LP} h}{s}$$

式中 U_{in}——感应雷冲击过电压,kV;

I_{LP}——雷电流幅值,kA;

h——电力线路导线平均高度,m;

s——线路距雷击点水平距离,m。

6. 雷电冲击波。指直击雷或感应雷在架空线路或在空中金属管道上产生沿线路或管道的两个方向迅速传播的高压冲击波。雷电冲击波的传播速度在架空线路中约为300 m/μs,在电缆中约为150 m/μs。各雷电冲击波的波形相差很大。做耐压试验时,试验标准波的波头为1.5 μs ±0.2 μs、波长为40 μs ±4 μs、峰值电压为400～4 800 kV。

jianzhuwu fanglei fenlei

【建筑物防雷分类】 建筑物按其重要性、生产性质、遭受雷击的可能性和后果的严重性分为三类。

1. 第一类防雷建筑物。指制造、使用或贮存炸药、火药、起爆药、火工品等大量危险物质的建筑物,以及遇电火花会引起爆炸,从而造成巨大破坏或人身伤亡的建筑物。如火药制造车间、乙炔站、电石库、汽油提炼车间等。0区、10区及某些1区属于第一类防雷建筑物。

2. 第二类防雷建筑物。指下列各种建筑物:

(1)国家级重点文物保护的建筑物。

(2)国家级的会堂、办公楼、档案馆、大型展览馆、国际机场、大型火车站、国际港口客运站、国宾馆、大型旅游建筑、大型体育场。

(3)国家级计算中心、通信枢纽以及对国民经济有重要意义的装有大量电子设备的建筑物。

(4)制造、使用和贮存爆炸危险物质,但电火花不易引起爆炸,或不致造成巨大破坏和人身伤亡的建筑物。如油漆制造车间、氧气站、易燃品库等。2区、11区及某些1区属于第二类防雷建筑物。

(5)有爆炸危险的露天气罐和油罐。

(6)年预计雷击次数大于0.06次/a的部、省级办公楼及其他重要的或人员密集的公共建筑物。

(7)年预计雷击次数大于0.3次/a的住宅、办公楼等一般性民用建筑物。

3. 第三类防雷建筑物。指下列各种建筑物:

(1)省级重点文物保护的建筑物和省级档案馆。

(2)年预计雷击次数大于或等于0.012次/a、小于和等于0.06次/a的部、省级办公楼及其他重要的或人员密集的公共建筑物。

(3)年预计雷击次数大于或等于0.06次/a、小于或等于0.3次/a的住宅、办公楼等一般性民用建筑物。

(4)年预计雷击次数大于或等于0.06次/a的一般性工业建筑物。

(5)考虑到雷击后果、周围条件等因素,确定需要放雷的21区、22区、23区火灾危险环境的建筑物。

(6)年平均雷暴日为15d/a以上的地区,高度为15 m及15 m以上的烟囱、水塔等孤立高耸的建筑物;年平均雷暴日为15d/a及以下的地区,高度为20 m及20 m以上的烟囱、水塔等孤立高耸的建筑物。

jieshanqi

【接闪器】 防雷装置由接闪器、引下线和接地装置组成。接闪器位于防雷装置的顶部,其作用是利用其高出被保护物的凸出地位把雷电引向自身,承接直击雷放电。除避雷针、避雷线、避雷网、避雷带可作为接闪器外,建筑物的金属屋面可用作第一类防雷建筑物以外的建筑物的接闪器。接闪器所用材料应能满足机械强度、耐腐蚀和热稳定性的要求。接闪器所用材料的最小尺寸见表1。避雷线一般采用截面积不小于35 mm²的镀锌钢绞线。用金属屋面作接闪器时,金属板之间的搭接长度不得小于100 mm;金属板下方无易燃物品时,其厚度应不小于0.5 mm;金属板下方有易燃物品时,为了防止雷击穿孔,所用铁板、铜板、铝板厚度分别不得小于4 mm、5 mm、7 mm;金属板不得有绝缘层。

接闪器的保护范围可根据模拟实验及运行经验确定。由于雷电放电途径受很多因素的影响,要想保证被保护物绝对不遭受雷击是很困难的,一般只要求保护范围内被击中的概率在0.1%以下即可。接闪器的保护范围现有两种计算方法。对于建筑物,接闪器的保护范围按滚球法计算;对于电力装置,接闪器的保护范围按折线法计算。

表1　接闪器常用材料的最小尺寸

类别	规　格	圆钢或钢管		扁　钢	
		圆钢直径(mm)	钢管直径(mm)	截面(mm^2)	厚度(mm)
避雷针	针长1 m^2以下	12	20	—	—
	针长1~2 m	16	25	—	—
	针在烟囱上方	20	—	—	—
避雷网和避雷带	网格6 m×6 m~10 m×10 m,	8	—	48	4
	网格在烟囱上方	12	—	100	4

滚球法是设想一定直径的球体沿地面(或与大地接触且能承受雷击的导体)由远及近向被保护设施滚动,如该球体触及避雷针等接闪器或其引下线之后才能触及被保护设施,则该设施在接闪器保护范围之内。球面线即保护范围的轮廓线。滚球的半径按防雷级别确定。各级别的滚球半径见表2。除滚球半径外,表中还给出了避雷网网格的要求。

表2　滚球半径和避雷网网格尺寸　m

建筑物防雷类别	滚球半径	避雷网网格
第一类防雷建筑物	30	≤5×5 或≤6×4
第二类防雷建筑物	45	≤10×10 或≤12×8
第三类防雷建筑物	60	≤20×20 或≤24×16

fanglei yinxiaxian

【防雷引下线】　是接闪器与防雷接地装置之间的连接线。防雷引下线应满足机械强度、耐腐蚀和热稳定的要求。引下线常采用圆钢或扁钢,尺寸要求与避雷网(带)相同(见“接闪器”条目)。用钢绞线作引下线时,其截面积不得小于25 mm^2。用有色金属导线作引下线时,应采用截面积不小于16 mm^2的铜导线。

引下线应沿建筑物外墙敷设,并应避免弯曲,经最短途径接地;建筑艺术要求高者可以暗设,但截面积应加大一号;利用消防梯或其他金属构件作引下线时,各部之间应保持电气通路。

采用多条引下线时,第一类和第二类防雷建筑物至少应有两条引下线,其间距分别不得大于12 m和18 m;第三类防雷建筑物周长超过25 m或高度超过40 m时也应有两条引下线,其间距不得大于25 m。采用多条引下线时,每条引下线距地面0.3~1.8 m处应设断接卡,以便测量接地电阻。

fanglei jiedi

【防雷接地】　防雷接地与一般接地的要求大体相同。但防雷接地装置所用材料稍大于一般接地装置的材料。除独立避雷针外,在接地电阻满足要求的前提下,防雷接地装置可以和其他接地装置共用。

独立避雷针的冲击接地电阻一般不应大于10 Ω;附设接闪器每一引下线的冲击接地电阻一般也不应大于10 Ω,但对于不太重要的第三类建筑物可放宽至30 Ω。防感应雷接地装置的工频接地电阻不应大于10 Ω。防雷电侵入波接地装置的冲击接地电阻不应大于5~30 Ω。

冲击接地电阻一般不等于工频接地电阻。一方面是因为极大的雷电流自接地体流入土壤时,接地体附近形成很强的电场,击穿土壤并产生火花,相当于增大了接地体的泄流面积;同时,在强电场的作用下,土壤电阻率也有所降低,使接地电阻有减小的趋势。另一方面,由于雷电流陡度很大,有高频特征,引下线和接地体本身电抗增大;如接地体较长,其后部泄放电流还将受到影响,使接地电阻有增大的趋势。一般情况下,前一方面影响较大,后一方面影响较小。工频接地电阻与冲击接地电阻的比值称为冲击换算系数。冲击换算系数按图1计算。图中,l为接地体实际长度、l_e为

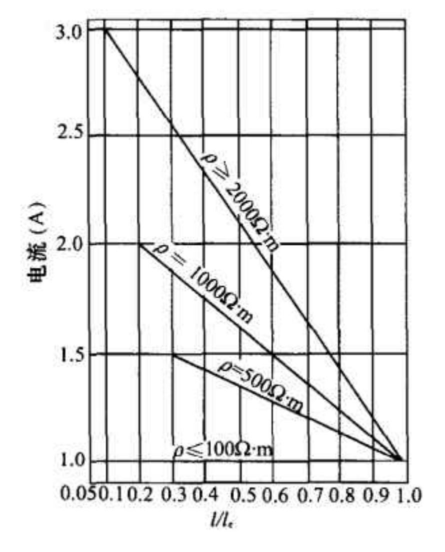


图1　冲击换算系数计算图

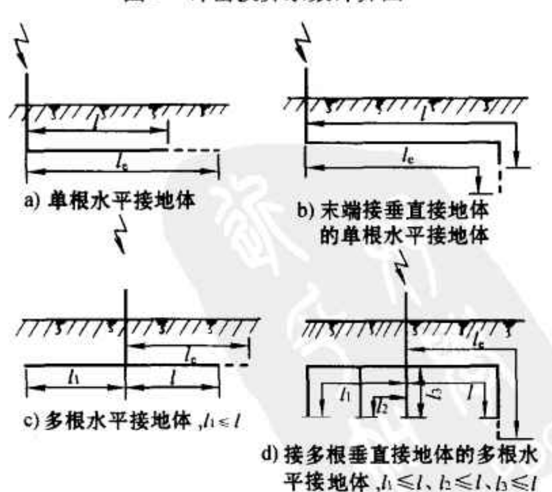


图2　防雷接地体长度计量图

接地体有效长度。接地体的有效长度按下式计算：

$$l_e = 2\sqrt{\rho} \quad m$$

式中 ρ 为土壤电阻率，Ω·m。l 和 l_e 的计量方法见图2。对于环绕建筑物的环形接地体，当环形接地体周长的1/2大于或等于有效长度时取冲击换算系数为1。

bileiqi

【避雷器】 是防止雷电高压冲击波进入电气设备或室内损坏设备和设施的专用保护装置。避雷器装设在被保护物的引入端。其上端接在线路上，下端接地。正常时，避雷器的间隙保持在绝缘状态，不影响系统的运行。当因有高压冲击波沿线路传来时，避雷器间隙击穿而接地，将雷电流泄入大地，从而强行切断高压冲击波。雷电流通过以后，避雷器间隙又恢复绝缘状态，系统恢复正常运行。避雷器分为阀型避雷器、管型避雷器和保护间隙。氧化锌避雷器是具有良好非线性特性的新型阀型避雷器。阀型避雷器主要用来保护电力设备，管型避雷器主要用来保护电力线路，保护间隙是简易避雷器。

zhijilei fanghu

【直击雷防护】 各类防雷建筑物，特别是有火灾或爆炸危险的建筑物和易受雷击的建筑物；可能遭受雷击，且一旦遭受雷击后果比较严重的设施或堆料（如装卸油台、露天油罐、露天贮气罐等）；高压架空电力线路、发电厂和变电站等均应采取直击雷防护措施。各类建筑物防直击雷的基本要求见表1。对于排放有爆炸危险气体及粉尘的管口的保护范围见表2。

表1 各类建筑物防直击雷要求

类别	基本要求
第一类防雷建筑物	(1)装设独立避雷针、架空避雷线或避雷网；避雷网网格尺寸应不大于5 m×5m或6 m×4m；其支柱或端部至少应设一条引下线 (2)当装设独立接闪器有困难时，可沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击部位敷设避雷针、避雷线、避雷网等接闪器；这时，建筑物应装设均压环，环间垂直距离不应大于12 m，并采用围绕建筑物的环形接地体；每一引下线的冲击接地电阻应不大于10 Ω (3)对于排放爆炸危险气体、蒸气或粉尘的放散管、呼吸阀、排风管等，如无管帽，接闪点及接闪器的保护范围外边线应在管口上方半径5 m的半球之外；如有管帽，接闪点及接闪器的保护范围外边线应在表2所限定的距离之外 (4)对于无燃爆危险的排放管，管帽或管口在接闪器保护范围内限即可 (5)当建筑物高度超过35 m时，应采取侧击雷防护措施：自30 m起，每6 m沿建筑物四周装设水平均压带，并与引下线连接；30 m及以上的金属门窗、栏杆等构件与防雷装置连接
第二类防雷建筑物	(1)沿建筑物屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击部位装设避雷针、避雷网或避雷带等接闪器；避雷网或避雷带网格尺寸不应大于10 m×10m或12 m×6m (2)无燃爆危险的金属放散管、呼吸阀、排风管、烟囱等可不另装接闪器，但必须与屋面防雷装置相连；其接地装置可以与电气设备的接地装置共用；每一引下线的冲击接地电阻应不大于10 Ω (3)对于排放有爆炸危险的气体、蒸气或粉尘的放散管、呼吸阀、排风管等，应按一级防雷建筑物考虑 (4)当建筑物高度超过45 m时，应将45 m及以上的建筑物钢构架、混凝土钢筋、金属门窗或栏杆等构件与防雷装置连接作侧击雷防护
第三类防雷建筑物	(1)沿建筑物屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击部位装设避雷针、避雷网或避雷带等接闪器；避雷网或避雷带网格尺寸不应大于20 m×20m或24 m×16m (2)屋面上的金属放散管、呼吸阀、排风管、烟囱等可不另装接闪器，但必须与屋面防雷装置相连；其接地装置可以与电气设备的接地装置共用；每一引下线的冲击接地电阻一般不应大于30 Ω，对于重要的建筑物则不得超过10 Ω (3)当建筑物高度超过60 m时，应将60 m及以上的建筑物钢构架、混凝土钢筋、金属门窗或栏杆等构件与防雷装置连接作侧击雷防护

注：对于易燃品贮罐，避雷针与呼吸阀的水平距离不应小于3 m（储量5 000 m^3以上者为5 m），避雷针针尖高出呼吸阀不应小于3 m（储量5 000 m^3以上者为5 m），避雷针保护范围高出呼吸阀顶部不应小于2 m。

表2 管口外保护范围的要求

装置内与周围空气的压力差(kPa)	排放物的密度	管帽上方的垂直高度(m)	距管口的水平距离(m)
<5	大于空气	1	2
5~25	大于空气	2.5	5
≤25	小于空气	2.5	5
>25	大于或小于空气	5	5

ganyinglei fanghu

【感应雷防护】 第一类和第二类防雷建筑物应当采取感应雷防护的措施。为了防止静电感应产生的高电压，应将建筑物内的金属设备、金属管道、金属构架、钢屋架、钢窗、电缆金属外皮，以及凸出屋面的放散管、风管等金属物件与防雷电感应的接地装置相连。屋面结构钢筋宜绑扎或焊接成闭合回路。金属屋面或屋面结构钢筋上相邻引下线之间的距离不应大于

18～24 m。对于非金属屋顶，宜在屋顶上加装避雷网格，并予以接地。为了防止电磁感应，平行敷设的管道、构架、电缆相距不到100 mm时，须用金属线跨接；跨接点之间的距离应不超过30 m；交叉相距不到100 mm时，交叉处也应用金属线跨接。管道接头、弯头、阀门等连接处的过渡电阻大于0.03 Ω时，连接处也应用金属线跨接。防雷电感应接地装置可以和其他接地装置共用。防雷电感应接地干线与接地装置的连接不得少于2处。

leidian qinrubuo fanghu

【雷电侵入波防护】 雷电侵入波是由于雷击而在架空线路或在空中金属管道上产生的冲击电压沿线路或管道的两个方向迅速传播的雷电波。变、配电装置和一些建筑物应采取雷电侵入波防护措施。各类建筑物防雷电侵入波的要求见下表。

建筑物防雷电侵入波的要求

类别	供电线路	架空管道
第一类防雷建筑物	(1)全长采用直埋电缆，入户处电缆金属外皮、钢管与防雷电感应接地装置相连 (2)采用长度 $l \geqslant \sqrt{\rho} \geqslant 15$ m(式中 ρ 为土壤电阻率，Ω·m)金属铠装电缆或护套电缆穿钢管直接埋地引入，入户处电缆金属外皮、钢管与防雷电感应接地装置相连；电缆与架空线连接处装设阀型避雷器；避雷器、电缆金属外皮、钢管、绝缘子铁脚、金具等一起接地；冲击接地电阻不应大于10 Ω	(1)架空金属管道进、出建筑物处与防雷电感应接地装置相连；距离建筑物100 m内的管道每25 m左右接地一次，冲击接地电阻应不大于20 Ω (2)地下金属管道进、出建筑物处与防雷电感应接地装置相连
第二类防雷建筑物	(1)全长采用直埋电缆或架空金属线槽内电缆，入户处电缆金属外皮、金属线槽接地；对于有爆炸危险的建筑物应与防雷电感应接地装置相连 (2)采用架空线转一段电缆供电，要求与第一类防雷建筑物相同；对于无爆炸危险的建筑物，埋地电缆长度应大于或等于15 m (3)年平均雷暴日 30d/a 以下的地区采用架空线直接引入，入户处应装设阀型避雷器或2～3 mm的空气间隙，并与绝缘子铁脚、金具一起与防雷接地装置连接，冲击接地电阻应不大于5 Ω；邻近入户处的三基电杆的绝缘子铁脚、金具接地，最近一处的冲击接地电阻应不大于10 Ω，其余两处的应不大于20 Ω；对于无爆炸危险的建筑物，每处冲击接地电阻应不大于30 Ω	(1)架空金属管道进、出建筑物处与防雷电感应接地装置相连；距离建筑物25 m接地一次，接地电阻应不大于10 Ω； (2)对于无爆炸危险的建筑物，允许金属管道进、出建筑物处直接接地，冲击接地电阻不大于10 Ω
第三类防雷建筑物	(1)采用电缆供电者，电缆进、出线端电缆金属外皮、钢管等与电气设备接地装置相连 (2)采用架空线转电缆供电者，要求与第二类防雷建筑物相同，但冲击接地电阻应不大于30 Ω (3)采用架空线供电者，进出线处避雷器与绝缘子铁脚、金具一起与电气设备的接地装置连接；多回路进、出线时，可在母线或总配电箱处装设一组避雷器	架空金属管道进、出建筑物处接地，冲击接地电阻应不大于30 Ω

erci fangdian fanghu

【二次放电防护】 二次放电是由于雷电冲击过电压的作用，在雷击点以外的其他点发生的再次放电。二次放电可能引起爆炸和火灾，也可能造成电击。为了防止某导体上的二次放电，可采用以下方法：使其与接闪器、防雷引下线、防雷接地装置保持足够的安全距离。不能满足安全距离的要求时，如系不带电导体，应将其与防雷装置互相连接起来；如系带电体，应在其与防雷装置之间安装避雷器。

bileizhen

【避雷针】 是上部有针状接闪器的防雷装置，分为独立避雷针和附设避雷针。独立避雷针是离开建筑物单独装设的。其接地装置应当单设，冲击接地电阻一般不超过10 Ω；严禁在装有避雷针、避雷线的构筑物上架设通讯线、广播线、电视天线或低压动力线；利用照明灯塔作独立避雷针支柱时，照明电源线必须采用铅皮电缆或穿入铁管埋入地下(埋深0.5～0.8 m)，经水平距离10 m以上才能引入室内；独立避雷针不应设在人经常通行的地方。附设避雷针应当互相连接起来，与建筑物的金属结构也应连接起来，并予接地；其接地装置可以和其他接地装置共用，但宜沿建筑物和构筑物四周敷设。

jingdian fangdian

【静电放电】 静电放电形式与带电体的几何形状、电压和带电体的材质有关。静电放电形式如下：

1. 电晕放电。是发生在带电体尖端或曲率半径很小处附近的局部放电。电晕放电可能伴有轻微的嘶嘶声和微弱的淡紫色光。电晕放电一般没有引燃危险。可以利用受控的电晕放电来防止积累有害的静电。

2. 刷形放电和传播型刷形放电。都是发生在绝缘体表面的有声光的多分支放电。当绝缘体背面紧贴有金属导体时，绝缘体正面将出现传播型刷形放电。同一绝缘体上可发生多次刷形放电或传播型刷形放电。刷形放电有一定的引燃危险；传播型刷形放电的引燃危险性大。

3. 火花放电。是带电体之间发生的通道单一的放电。火花放电有明亮的闪光和有短促的爆裂声。其引燃危险性很大。

4. 雷型放电。是悬浮在空间的大范围、高密度带电粒子形成的闪电状放电。其引燃危险性很大。

jingdian chansheng he jilei

【静电产生和积累】 固体静电产生包括接触—分离起电、破断起电、吸附起电、感应起电等方式。固体静电积累符合以下规律：

$$Q = I_0\tau(1 - e^{-t/\tau})$$

式中 Q——静电电量，C；

I_0——起电速率，C/s；

t——时间，s；

τ——起电时间常数，$\tau = RC = \varepsilon\rho$，s；

其中：R——系统的电阻，Ω；

C——系统的电容，F；

ε——材料介电常数，F/m；

ρ——材料电阻率，Ω·m。

液体静电产生包括接触—分离、电荷迁移，并包括电渗透、电解、电泳等起电方式。管道中流动液体静电的积累符合以下规律：

$$I = I_\infty(1 - e^{-L/L_b}) + I_0 e^{-L/L_b}$$

式中 I——管道内的流动电流，A；

I_∞——管道内饱和流动电流，A；

I_0——管道入口处饱和流动电流，A；

L——管道长度，m；

L_b——管道饱和长度，m，$L_b = \tau v$。其中 τ 为起电时间常数，s；v 为流速，m/s。

粉体静电属于固体静电。蒸气、气体静电属于固体杂质静电和液体杂质静电。

静电的产生受以下因素的影响：

1. 材料电阻率越高，静电越强。

2. 静电非导体中高分子杂质或水分越多，静电越强。

3. 接触—分离速度越快或流速越高，静电越强，静电大约与速度的二次方保持正比例关系。

4. 粉体越细，即粉体颗粒越小，静电越强。

5. 接触面积越大、接触压力越大，以及接触表面越粗糙，静电越强。

6. 相对湿度越低，静电越强。

7. 过滤器、筛、搅拌器都将大大增强静电。

8. 新品的静电比旧品的静电强。

jingdian xielou

【静电泄漏】 静电泄漏指静电电荷沿材料内部和表面缓慢泄漏。高电阻材料上的静电泄漏很慢，以致产生静电的过程停止之后，材料上可能在很长的时间内还保持有危险的静电。静电泄漏符合以下规律：

$$Q = Q_0 e^{-t/\tau}$$

式中 Q_0——泄漏前的电量，C；

t——时间，s；

τ——泄漏时间常数，s，$\tau = RC = \varepsilon\rho$。

随着湿度的增加，绝缘固体表面形成 1×10^{-5}cm 厚的水膜，其表面电阻率显著降低，泄漏明显加快。为防止大量带电，相对湿度应在 50% 以上；为了提高降低静电的效果，相对湿度应提高到 65% ~70%；对于吸湿性很强的聚合材料，为了保证降低静电的效果，相对湿度应提高到 80% ~90%。

jingdian jiedi

【静电接地】 静电接地是指为了泄放有害静电的接地。

静电接地实施原则 金属导体应直接接地；体积电阻率在 1×10^{10} Ω·m 以下、表面电阻率在 1×10^{11} Ω 以下的非金属体和电导率在 1×10^{-10} S/m 以上的液体应间接接地；体积电阻率为 1×10^{10} ~ 1×10^{12} Ω·m、表面电阻率为 1×10^{11} ~ 1×10^{13} Ω 的非金属体和电导率为 1×10^{-10} ~ 1×10^{-12} S/m 的液体除应间接接地外，还应配合必要的静置时间；体积电阻率在 1×10^{12} Ω·m 以上、表面电阻率在 1×10^{13} Ω 以上的非金属体和电导率在 1×10^{-12} S/m 以下的液体除应间接接地外，还应采取屏蔽、电离等防静电措施。在爆炸危险环境中，应将所有邻近的金属装备、设备、部件以及工具连成整体，并予接地。用接地的屏蔽导体贴近带静电体，增大带静电体对地电容，可降低其对地电位，减轻静电放电的危害。

接地电阻 爆炸危险环境的防静电接地电阻应符合下表要求。表中 I 是流过接地电阻的电流。防静电接地电阻原则上不得超过 1×10^6 Ω；对于金属体，为了检测方便，可要求接地电阻不超过 10 ~ 1 000 Ω。

防静电接地电阻

设备类型	最大对地电阻(Ω)	要求提要
金属设备主体	10	正常情况下处在接地状态
大型固定金属构件(反应釜贮粉仓等)	10	正常情况下处在接地状态；如构件固定在导体底座上，应专门接地
金属管道	10	正常情况下处在接地状态；如衔接处不能满足10 Ω的要求，可用专门接地线将两边连起来
活动金属构件(滚筒等)	10	通常需要专门接地
带有非金属器件的金属设备(转动轴、搅拌器等)	1×10^6	如果不能满足1×10^6 Ω的要求，应专门接地，使对地电阻小于10 Ω；在特殊情况下，可按100/*I* Ω要求
高电阻率非导体构件(带或不带孤立金属部件)	无通用值	只在不会积累大量静电电荷导致引燃成灾的场合才使用非导体材料，在不存在电荷积累的情况下，2区不需接地
导电材料或抗静电材料制成的构件	$1\times10^6\sim1\times10^8$	

jingzhi shijian

【静置时间】 指从工艺操作停止起至物料上的静电泄漏到安全限值以下的时间间隔。可燃液体静置时间见下表。如可燃液体中含有游离水等杂质或容器材料的电导率高于液体的电导率，静置时间应延长为表中所列数值的3倍。

液体静置时间　　min

液体电导率(S/m)	容器容积(m^3)			
	<10	10~<100	50~<5 000	≥5 000
$>1\times10^{-8}$	1	1	1	2
$1\times10^{-12}\sim1\times10^{-8}$	2	3	20	30
$1\times10^{-14}\sim1\times10^{-12}$	4	5	60	120
$<1\times10^{-14}$	10	15	120	240

kangjingdian tianjiaji

【抗静电添加剂】 指能降低材料的体积电阻率或表面电阻率，增强静电的泄漏，消除静电危险的添加剂。对于固体，应将其体积电阻率或表面电阻率分别降低至1×10^6 Ω·m或1×10^7 Ω以下；对于液体，应将其电阻率降低至2×10^7 Ω·m以下。抗静电添加剂的主要品种如下：

1. 无机盐类。包括碱金属和碱土金属的盐类，如硝酸钾、氯化钡、醋酸钾等。

2. 表面活性剂类。包括脂肪族磺酸盐、季铵盐、聚乙二醇、多元醇等。

3. 无机半导体类。包括无机半导体盐，如亚铜、银、铋、铝等元素的卤化物。

4. 电解质高分子聚合物类。是带有不饱和基的高分子聚合物，如苯乙烯季铵化合物等。

5. 有机半导体高分子聚合物类。是由某些不饱和二元酸和羧基共聚而成的高分子化合物。

jingdian zhongheqi

【静电中和器】 静电中和器又叫静电消除器，是能产生电子和离子，借助这些电子和离子使物料上的静电电荷得到中和，从而消除静电危险的装置。静电中和器主要用来消除绝缘体上的静电。

按照产生电子和离子的方式，静电中和器分为感应式、高压式、放射线式和离子风式中和器。感应式中和器利用物料上的静电在中和器前端感应出异性电荷，并在其附近产生电晕放电，从而中和物料上的静电。感应式静电中和器不能完全消除物料上的静电。高压式中和器利用高压电源在带电物料附近产生电晕放电，并借以消除物料上的静电。高压式中和器具有较好的消静电效果；直流高压式中和器和直接耦合的交流高压式中和器有产生电火花引爆的危险。高压式中和器配用送风装置可制成离子风型高压式中和器。放射线式中和器利用α射线、β射线或X射线使空气电离，并借以消除静电。放射线式中和器无引燃、引爆危险，但应注意防止射线产生的危害。

jingdian daidianliang zhibiao

【静电带电量指标】 指为了防止静电引燃成灾的极限带电量指标。

爆炸性混合物最小引燃能量在0.25 mJ以下的场所，两导体间的电位差不宜超过700 V。爆炸性混合物最小引燃能量不小于0.1 mJ的场所，人体静电电位不宜超过100 V。

轻质油料装车时，铁路槽车油面电位不得超过12 kV。

为防止爆炸和火灾，非导体静电电位或面电荷密度不得超过下表所列数值。表中面电荷密度指表层电荷密度。

为了放止电荷云的雷形放电，当电荷云直径超过φ1.5 m时，空间平均电场强度不得超过3 kV/m；为了防止电荷云的刷形放电，当电荷云直径超过φ0.7 m时，空间平均电场强度不得超过1 kV。

非导体带电量指标

最小引燃能量 (mJ)	带电电位 (kV)	面电荷密度 ($\mu C/m^2$)
0.1	<1	<1
0.1 ~ 1	<5	<3
1 ~ 10	<10	<7
>10	<10	<10

fushe diancibo

【辐射电磁波】 指频率在100 kHz以上的电磁波。频段与波段的划分见下表。

电磁波的频段和波段

频 段	频率(MHz)	波长(m)	波 段
高频	0.1 以下	3 000 以上	长波
	0.1 ~ 1.5	3 000 ~ 200	中波
	1.5 ~ 6	200 ~ 50	中短波
超高频	6 ~ 30	50 ~ 10	短波
	30 ~ 300	10 ~ 1	超短波
特高频（微波）	300 ~ 3 000	1 ~ 0.1	分米波
	3 000 ~ 30 000	0.1 ~ 00.1	厘米波
	30 000 以上	0.01 以下	毫米波

dianci fushe xianzhi

【电磁辐射限值】 我国标准对接触电磁辐射的作业者和一般公众有不同的规定。对于前者，在每天8 h工作时间，任意连续6 min照射全身平均比吸收功率小于0.1 W/kg；对于后者，在一天24 h内，任意连续6 min照射全身平均比吸收功率小于0.02 W/kg。在上述照射条件下，电场强度、磁场强度和功率密度的限值见下表。表中，频率f均以 MHz 为单位；括号内数值均为参考值，且功率密度按平面波等效考虑。

对于频率30 ~ 300 MHz超高频连续波辐射的作业场所，每天8 h暴露时，功率密度不得超过0.05 $\mu W/cm^2$、电场强度不得超14 V/m；每天4 h暴露时，功率密度不得超过0.1 $\mu W/cm^2$、电场强度不得超过19 V/m。对于脉冲波，每天8 h暴露时，功率密度不得超过0.025 $\mu W/cm^2$、电场强度不得超10 V/m；每天4 h暴露时，功率密度不得超过0.05 $\mu W/cm^2$、电场强度不得超过14 V/m。

电磁辐射限值

频率范围(MHz)	电场强度(V/m)		磁场强度(A/m)		功率密度(W/m^2)	
	职业者	公众	职业者	公众	职业者	公众
0.1 ~ 3	87	40	0.25	0.1	20	(4)
3 ~ 30	$150/\sqrt{f}$	$67/\sqrt{f}$	$0.40/\sqrt{f}$	$0.17/\sqrt{f}$	$(60/f)$	$(12/f)$
30 ~ 3 000	(28)	(12)	(0.075)	(0.032)	2	0.4
3 000 ~ 15 000	$(0.5\sqrt{f})$	$(0.22\sqrt{f})$	$(0.0015\sqrt{f})$	$(0.001\sqrt{f})$	$f/1\,500$	$f/7\,500$
15 000 ~ 300 000	(61)	(27)	(0.16)	(0.073)	10	2

diancipinbi he gaopinjiedi

【电磁屏蔽和高频接地】 指防止电磁辐射伤害的屏蔽和接地。电磁屏蔽分主动屏蔽和被动屏蔽。主动屏蔽是将辐射源置于屏蔽体之内，使电磁波不向外泄漏。这种屏蔽必须接地。被动屏蔽是指屏蔽室、个人防护等屏蔽方式。屏蔽可用板状或网状铜材、铝材或钢材制成，板材厚1 mm即可满足要求。网材网眼越小、网丝越粗则屏蔽效果越好。必要时可采用双层屏蔽。屏蔽上孔洞的直径不宜超过电磁波波长的1/5，缝隙的宽度不宜超过电磁波波长的1/10。采用石墨粉、炭粉、铁粉、合成树脂粉等材料可制成吸收屏蔽。吸收屏蔽可与普通屏蔽配合使用。

高频接地包括高频设备外壳的接地和屏蔽的接地。高频接地线不宜太长。接地线长度最好能限制在电磁波波长的1/4之内；如无法达到这一要求，也应避免波长1/4的奇数倍。屏蔽接地只宜一点与接地体连接，以避免产生不平衡电流。为减小接地线自感和其内涡流损失，高频接地线应采用多股铜线或多层铜片。高频接地体宜采用铜材制成，宜于直立埋设。

（六）防火防爆

ranshao leixing

【燃烧类型】 每一种类型的燃烧都有其各自的特点。研究分析每一类型燃烧发生的特殊原因，才能有针对性地采取有效的防火与灭火措施。燃烧可分为闪燃、着火和自燃三类。

闪燃与闪点 液体的温度越高，蒸发出的蒸气亦越多。当温度不高时，液面上少量的可燃蒸气与空气混合后，遇着火源而发生一闪即灭（延续时间少于5 s）的燃烧现象，称为闪燃。除了燃性液体以外，某些能蒸发出蒸气的固体，如石蜡、樟脑、萘等，其表面上所产生的蒸气，可以达到一定的浓度，与空气混合而成为可燃的气体混合物，若与明火接触，也能出现闪燃现象。

液体蒸发出的可燃蒸气足以与空气构成一种混合

物，并在与火源接触时发生闪燃的最低温度，称为该液体的闪点。闪点越低，则火灾危险性越大，如车用汽油的闪点为 -39 ℃，煤油为 28 ~ 45 ℃，说明车用汽油比煤油的火灾危险性大，并且还表明车用汽油具有低温火灾危险性。

闪燃是液体发生着火的前奏，从消防观点来说，闪燃就是火灾危险的警告。因此，研究液体火灾危险性时，闪燃现象是必须掌握的一种燃烧类型。

着火与着火点 可燃物质在一点被着火源引燃后，若该点上燃烧所释放出的热量，足以把邻近的可燃物质提高到燃烧所必需的温度，火焰就会蔓延。因此，所谓着火则是可燃物质与火源接触而能燃烧，并且在火源移去后仍能保持继续燃烧的现象。可燃物质发生着火的最低温度称为着火点或燃点。例如木材的着火点为295 ℃，纸张的着火点为130 ℃等。

控制可燃物质的温度在燃点以下，是预防发生火灾的措施之一。在火场上，如果有两种燃点不同的物质处在相同的条件下，受到火源作用时，燃点低的物质首先着火。用冷却法灭火，其原理就是将燃烧物质的温度降低到燃点以下，使燃烧停止。

自燃与自燃点 可燃物质受热升温而不需明火作用就能自行着火的现象称为自燃。引起自燃的最低温度称为自燃点。例如煤的自燃点为320 ℃、氨的自燃点为780 ℃。自燃点越低，则火灾危险越大。

根据促使可燃物质升温的热量来源不同，自燃可分为受热自燃和本身自燃。

1. 受热自燃。可燃物质由于外界加热，温度升高至自燃点而发生自行燃烧的现象，称为受热自燃。例如火焰隔锅加热引起锅里油的自燃。

受热自燃是引起火灾事故的重要原因之一，在火灾案例中，有不少是因受热自燃引起的，发生受热自燃的原因主要有：

(1)靠近或接触灼热物体 可燃物质靠近或接触热量大和温度高的物体时，通过热传导、对流和辐射作用，有可能将可燃物质加热升温到自燃点，而引起自燃。例如可燃物质靠近或接触加热炉、暖气片、电热器或烟囱等灼热物体。

为防止可燃物质接触灼热物体受热自燃，应采取安全间距或隔离等措施。

(2)明火加热 在熬炼(如熬油、熬沥青等)或热处理过程中，温度过高达到可燃物质的自燃点，而引起着火。因此，在用明火加热可燃物质的过程中，应注意控制温度，使加热温度不超过自燃点。

(3)摩擦热 机器的轴承或加工可燃物质机器设备的相对运动部件，由于缺乏润滑或缠绕纤维物质，增大摩擦力，产生大量热量，造成局部过热，引起可燃物质受热自燃。在纺织工业、棉花加工厂等，由此原因引起的火灾较多。为防止这类火灾，必须按计划检修维护机器设备，平时应保持轴承和相互摩擦部件的正常润滑，经常消除缠绕的纤维以及积落在摩擦表面上的可燃物。

(4)化学反应热 放热的化学反应会释放出大量的热量，有可能引起周围的可燃物质受热自燃。例如在建筑工地上由于石灰遇水发热，引起可燃材料的着火事故；乙炔发生器的电石过热，引起乙炔的自燃等。因此，应注意化学反应热的危险性，对可燃物质采取隔离存放等措施。

(5)绝热压缩 气体在很高压力下突然压缩时，释放出的热量来不及导出，温度会骤然增高，能使可燃物质受热自燃。可燃气体与空气的混合气受绝热压缩时，高温会引起混合气的自燃和爆炸。因此，在打开高压容器系统的阀门时，为避免发生绝热压缩，应慢慢拧开阀门，如氧气瓶是高压容器，为避免氧气表(减压器)受绝热压缩而烧损，要求拧开瓶阀的动作必须缓慢。

此外，高温的可燃物质的温度(已超过自燃点)一旦与空气接触也能引起着火，因此，应避免容器和管道发生“跑、冒、滴、漏”。

2. 本身自燃。可燃物质由于本身的化学反应、物理或生物作用等所产生的热量，使温度升高至自燃点而发生自行燃烧的现象，称为本身自燃。本身自燃与受热自燃的区别在于热量的来源不同，受热自燃的热量来自外部加热，而本身自燃的热量是来自可燃物质本身化学或物理的热效应，所以亦称自热自燃。

由于可燃物质的本身自燃不需要外来热源，所以在常温下或甚至在低温下也能发生自燃。因此，能够发生本身自燃的可燃物质比其他可燃物质的火灾危险性更大。

在一般情况下，本身自燃的起火特点是从可燃物质的内部向外炭化、延烧，而受热自燃往往是从外向内延烧。

能够发生本身自燃的物质主要有油脂、煤、硫化铁和植物产品等。共防止自燃的方法如下：

(1)防止油脂自燃的主要方法是将油布、油纸、油棉纱、油布雨衣和雨伞等涂油物品散开存放，尽量扩大散热面积，室内应有良好的通风，而不应堆放或折叠起来。凡是装盛氧气的容器、设备、气瓶和管道等，均不得粘附油脂。

(2)防止煤自燃的主要措施是限制煤堆的高度，将煤堆压实、控制煤堆的温度。如果发现煤堆由于最初的吸附作用和缓慢氧化，温度已超过60 ℃时，应及时采取适当措施，避免加速氧化过程，可以挖出热煤，用新煤填平。如发现已有局部着火，不要立即用水扑救，应将着火的煤挖出，用水冷却；若发现着火面积较

大，可用大量水浇灭。

(3)预防植物自燃的基本措施是使植物处于干燥状态，并存放在干燥的地方；堆垛不宜过高过大；注意通风，加强检测控制温度；防雨防潮等。

(4)为防止生成硫化铁，应在容器设备的内壁涂刷防腐漆。如果器壁上已生成硫化铁，为防止其自燃，可用水蒸气或含氧量在6%以下的烟道气进行吹扫，或者用水灌满容器设备，然后慢慢将水放出，防止自燃。

huozai

【火灾】 超出有效范围的燃烧称为火灾。

分类 根据物质燃烧特性，将火灾划分为以下四类：

A类火灾：指固体物质火灾。这种物质往往具有有机物性质，一般在燃烧时能产生热的余烬。如木材、棉、毛、麻、纸张火灾等。

B类火灾：指液体火灾和可熔化的固体物质火灾。如汽油、煤油、柴油、原油、甲醇、乙醇、沥青、石蜡火灾等。

C类火灾：指气体火灾。如煤气、天然气、甲烷、乙烷、丙烷、氢气火灾等。

D类火灾：指金属火灾。如钾、钠、镁、钛、锆、锂、铝镁合金火灾等。

为能迅速地扑灭生产过程中发生的火灾，必须按照现代的防火技术水平、生产工艺过程的特点、着火物质的性质、灭火物质的性质及取用是否便利等原则来选择灭火剂。否则其灭火效果有时会适得其反。

发生火灾的一般原因 火灾和爆炸事故的原因具有复杂性，主要是由于操作失误、设备的缺陷、环境和物料的不安全状态、管理不善等原因引起的。因此，火灾和爆炸事故的主要原因基本上可以从人、设备、环境、物料和管理等方面加以分析。

1. 人为原因。通过对大量火灾与爆炸事故的调查和分析表明，有不少事故是由于操作者缺乏有关的科学知识，在火灾与爆炸险情面前思想麻痹，存在侥幸心理，不负责任，违章作业等引起的。在事故发生之前漫不经心，事故发生时则惊慌失措。

2. 设备的原因。如设计错误，且不符合防火或防爆的要求；选材不当或设备上缺乏必要的安全防护装置；密闭不良，制造工艺的缺陷等。

3. 物料的原因。例如可燃物质的自燃，各种危险物品的相互作用，在运输装卸时受剧烈震动撞击等。

4. 环境的原因。如潮湿、高温、通风不良、雷击等。

5. 管理的原因。规章制度不健全，没有合理的安全操作规程，没有设备的计划检修制度；生产用窑、炉、干燥器以及通风、采暖、照明等设备失修；生产管理人员不重视安全，不重视宣传教育和安全培训等。

在火灾统计中，将火灾原因分为以下七类：①放火；②生活用火不慎；③玩火；④违反安全操作规程；⑤违反电器安装使用安全规定；⑥设备不良；⑦自燃。

fanghuo jiben jishu cuoshi

【防火基本技术措施】 根据燃烧必须是可燃物、助燃物和着火源这三个基本条件的相互作用才能发生的道理，采取措施，防止燃烧三个条件同时存在或者避免它们相互作用，则是防火技术的基本理论。所有防火的技术措施都是在这个基本理论的指导下采取的，或者可这样说，全部防火技术措施的实质，即是防止产生燃烧基本条件的同时存在或避免它们的相互作用。主要有以下基本技术措施：

1. 消除着火源。可燃物(作为能源和原材料)以及氧化剂(空气)广泛存在于生产和生活中，因此，消除着火源是防火措施中最基本的措施。火灾原因调查实际上就是查出是哪种着火源引起的火灾。

消除着火源的措施很多，如安装防爆灯具、禁止烟火、接地避雷、静电防护、隔离和控温等。

2. 控制可燃物。消除燃烧三个基本条件中的任何一条，如消除火源，均能防止火灾的发生。如果采取消除燃烧条件中的二个条件，则更具安全可靠性，例如在电石库防火条例中，通常采取防止火源和防止产生可燃物乙炔的各种有关措施。

控制可燃物的措施主要有：以难燃或不燃材料代替可燃材料，如用水泥代替木材建筑房屋；降低可燃物质(可燃气体、蒸气和粉尘)在空气中的浓度，如在车间或库房采取全面通风或局部排风，使可燃物不易积聚，从而不会超过最高允许浓度；防止可燃物的跑、冒、滴、漏，对那些相互作用能产生可燃气体的物品，加以隔离、分开存放，等等。

3. 隔绝空气。在必要时可以使生产置于真空条件下进行，或在设备容器中充装惰性介质保护。如水入电石式乙炔发生器在加料后，应采取惰性介质氮气吹扫；或在检修焊补(动火)燃料容器前，用惰性介质置换；隔绝空气储存，如钠存于煤油中，磷存于水中，二硫化碳用水封存放等。

4. 防止形成新的燃烧条件，阻止火灾范围的扩大。设置阻火装置，如在乙炔发生器上设置水封回火防止器，或水下气割时在割炬与胶管之间设置阻火器，一旦发生回火，可阻止火焰进入乙炔罐内，或阻止火焰在管道里的蔓延。在车间或仓库里筑防火墙或防火门，或建筑物之间留防火间距，一旦发生火灾，不使形成新的燃烧条件，从而防止火灾范围扩大。

huozai baojingqi

【火灾报警器】 在火灾酝酿期的初起阶段，会陆续出现火灾信息，如烟、热流、火光、辐射热等，这些

都是监测仪表(有感温报警器、感光报警器和感烟报警器等)的探测对象。

感温报警器 可分为定温式和差动式两种。

1. 定温式报警器。安装检测器的场所温度上升至预定的温度时,在感应元件的作用下发出警报。自动报警的动作温度一般在65~100 ℃。感应元件有低熔点金属、铂金丝、双金属片、双金属筒、热敏半导体等。

2. 差动式感温报警器。这类报警器是在一定时间内的温升差超过某一限值时发出报警。例如在1 min内温升超过10 ℃或45 s内温升超过20 ℃等。因为在短时间内温度急升现象更接近于火灾和火警事故的实际情况,严格限制在这样的条件下报警可以减少误报。

差动式检测器的敏感元件多采用双金属片和膜片气室。

3. 定温差动式感温报警器。为了提高自动报警器的准确性,报警器同时采用差动和定温两种感温元件,因而在检测点的温度变化时,既要达到差动式感温元件所预定时间内的温升差,又要同时达到定温式感应元件所预定的温度,才发出报警,这样就可进一步减少误报。

感光报警器 又称光电报警器。当物质发生燃烧时,火焰温度一般都在1 000 ℃以上,会向四周辐射紫外线、可见光和红外线等不同波长的光线,它们属于热线谱。为了检测这些射线,分别制成了紫外线检测器和红外线检测器。

1. 红外线检测器。检测器的敏感元件是由硫化铝、硫化镉等制成的光导电池,这种敏感元件遇到红外线辐射时即可产生电信号。红外线光电报警器是利用检测元件接收火焰的红外线辐射产生相应的电信号,将其放大并发出报警的。

红外线对烟雾的透射能力比紫外线强,具有检测较远距离火源的优点,可检测森林火灾,在烟雾弥漫的火灾现场探测火源,还可用于检测机器设备及建筑构件等产生的异常温度。

2. 紫外线光电报警器。利用紫外光敏电子管作敏感元件,将其接在报警器讯号电气回路上,在正常情况下,由于电子管内充有惰性气体,讯号电气回路中电流不能通过。发生着火时,在燃烧火焰的紫外线辐射下,在电子管的电极上激发出电子,使惰性气体发生电离,讯号电气回路变成导通状态,继电器动作,发出报警信号。

安装感光报警器的场所不应有明火作业、烧纸张等。否则,易发生误报警。在安装紫外线光电报警器的场所,还应避免使用氙气灯和紫外线灯,以防误报。

离子感烟报警器 能在可燃物阴燃时期产生烟雾而尚未出现火焰时即发出警报,具有报警早的优点。报警器由内外两个电离室和电子开关组成。其中内电离室是密闭的,外电离室与检测场所的空气连通。一旦发生着火,当烟雾进入外电离室时,使电离电流减弱,改变了内电离室和外电离室的电压分配,打开开关电路,送出信号而报警。

miehuo jiben yuanze

【灭火基本原则】 一旦发生火灾,只要消除燃烧条件中的任何一条,火即熄灭。常用的灭火方法有隔离、冷却和窒熄(隔绝空气)等。

1. 隔离方法。就是将可燃物与着火源(火场)隔离开来,消除可燃物,燃烧即停止。例如装盛可燃气体、燃料液体的容器与管道发生着火事故时,或容器管道周围着火时,应立即设法关闭容器与管道的阀门,使可燃物与火源隔离,阻止可燃物进入着火区;或在火场及其邻近的可燃物之间形成一道“水墙”,加以隔离,将可燃物从着火区搬走;采取措施阻拦正在流散的燃料液体进入火场;拆除与火源毗连的易燃建筑物,等等。

2. 冷却法。就是将燃烧物的温度降至着火点(燃点)以下使燃烧停止。或者将邻近火场的可燃物温度降低,避免形成新的燃烧条件,如常用水或干冰进行降温灭火。

3. 窒息法。就是消除燃烧条件之一的助燃物空气、氧气或其他氧化剂,使燃烧停止。主要是采取措施阻止助燃物进入燃烧区,或者用惰性介质和阻燃性物质冲淡稀释助燃物,使燃烧得不到足够的氧化剂而熄灭。如空气中含氧量低于14%时,木材燃烧即停止。

采取窒息法的常用措施有:将灭火剂如四氯化碳、二氧化碳、泡沫灭火剂等不燃气体或液体,喷洒覆盖在燃烧物的表面上,使之不与助燃物接触;用惰性介质或水蒸气充满容器设备;将正在着火的容器设备严密封闭;用不燃或难燃材料捂盖燃烧物等等。

miehuoji

【灭火剂】 目前常用的灭火剂有灭火泡、不燃性挥发液、惰性气体、化学干粉、固态物质、水等。

泡沫灭火剂 泡沫是由液体的薄膜包裹气体而成的小气泡群,用作泡沫灭火剂的气体可以是空气或二氧化碳,用水作为泡沫的液膜。其灭火机理和分类如下:

1. 由空气构成的泡沫叫空气机械泡沫。由二氧化碳构成的泡沫叫化学泡沫。这些灭火剂对于可燃性液体的火灾最适用,是油田、炼油厂、石油化工、发电厂、油库以及其他企业单位油罐区的重要灭火剂,也可用于普通火灾。化学泡沫是利用硫酸铝和碳酸氢钠的水溶液作用产生的。空气泡沫灭火剂从成分上可以分为普通蛋白泡沫灭火剂、氟蛋白泡沫灭火剂等类型。

2. 泡沫灭火机理是利用泡沫中水分的冷却作用和泡层隔绝空气的窒熄作用。灭火泡沫在燃烧物表面形成的泡沫覆盖层,可使燃烧物表面与空气隔绝。由于泡沫层封闭了燃烧表面,可以遮断火焰的热辐射,阻止燃烧物本身和附近可燃物质的蒸发。泡沫析出的液体可对燃烧表面进行冷却,而且泡沫受热蒸发产生的水蒸气能降低氧的浓度。

不挥发液灭火剂 常用的灭火剂有四氯化碳和二氟二溴甲烷等。其灭火机理为蒸发冷却和稀释氧浓度。四氯化碳有以下特点:

1. 四氯化碳为无色透明液体,不助燃、不自燃、不导电、沸点低(76.8 ℃)。其灭火作用主要是利用它的这些性能。

当四氯化碳落到火区中时迅速蒸发,由于其蒸气重(约为空气的5.5倍),从而密集在火源四处包围着正在燃烧的物质,起到了隔绝空气的作用。若空气中含有10%容积的四氯化碳蒸气,则燃烧的火焰就会迅速熄灭,故四氯化碳是一种阻燃能力很强的灭火剂,特别适用于带电设备的灭火。

2. 四氯化碳有一定的腐蚀性,用于灭火时其纯度应在99%以上,不能混有水分及二硫化碳等杂质,否则更易侵蚀金属。另外,当四氯化碳受热到250 ℃以上时,能与水蒸气发生作用生成盐酸和光气;如与赤热的金属(尤其是铁)相遇则生成的光气更多,与电石、乙炔气相遇会发生化学变化,放出光气。光气是剧毒的气体,空气中最高允许浓度仅0.0005 mg/L,同时,四氯化碳本身亦有毒性,空气中最高允许浓度为25 mg/L。所以禁止用来扑救电石和钾、钠、铝、镁等的火灾。

惰性气体灭火剂 主要作用是稀释空气中的氧浓度,使其达到燃烧的最低需氧量以下,使火自动熄灭。二氧化碳是常用的惰性气体灭火剂。此外,还有氮气等。二氧化碳灭火剂有下列特点:

1. 二氧化碳灭火剂是以液态的形式加压充装于灭火机中的。液态二氧化碳极易挥发成气体,体积扩大760倍,当它从灭火机里喷出时,由于汽化吸收热量的关系,马上变成干冰。此种霜状干冰喷向着火处,立即汽化,而把燃烧处包围起来,起了隔绝和稀释氧的作用。当二氧化碳在空气里的浓度为30%~35%时,燃烧就会停止,其灭火率很高。

2. 二氧化碳不导电,所以可用于扑灭电气设备的着火,对于不能用水灭火的燃烧物质,使用二氧化碳扑救最为适宜。由于二氧化碳能不留痕迹地把火焰熄灭,在可燃固体粉碎和干燥过程中,以及精密机械设备等着火,都可用二氧化碳灭火剂扑救。其缺点是冷却作用不好,火焰熄灭后,温度可能仍在燃点以上,有发生复燃的可能,故不适用于空旷地域的灭火。二氧化碳灭火剂不能扑救碱金属和碱土金属的火灾,因二氧化碳与这些金属在高温会引起化学作用,游离出炭粒子,有发生爆炸的危险,如 $2Mg + CO_2 = 2MgO + C$。另外,二氧化碳能够使人窒息。以上这些是在应用二氧化碳灭火剂时应注意的问题。

卤代烷灭火剂 卤代烷指分子中含有一个或多个卤素原子的化合物,现在使用的有二氟一氯一溴甲烷(命名为1211)、二氟二溴甲烷(命名为1202)、三氟一溴甲烷(命名为1301)、氯溴甲烷(命名为1011)、四氟二溴乙烷(命名为2404)等几种。

碳氢化合物如甲烷中的氢原子被卤原子取代后,所生成化合物的化学性质和物理性质会发生明显变化。例如甲烷是一种比空气轻的易燃气体,当其分子中的四个氢原子被卤族原子氟代替就生成 CF_4。CF_4 是一种不燃的气体,若被氯原子取代,即生成 CCl_4,是一种不燃的挥发性液体,有较大的毒性。各种卤代烷灭火剂中,目前以1211灭火剂应用较广,它是一种无色略带芳香味的气体,分子式为 $CBrClF_2$,化学性质稳定,对金属腐蚀性小,有较好的绝缘性能,毒性也较小。它能有效地扑灭电气设备火灾、可燃气体火灾、易燃和可燃液体火灾,以及易燃固体的表面火灾。不宜扑灭自己能供氧气的化学药品(如硝化纤维)、化学性活泼的金属、金属的氢化物和能自燃分解的化学药品的火灾。

干粉灭火剂 干粉是细微的固体微粒,其作用主要是抑制燃烧。常用的干粉有碳酸氢钠、碳酸氢钾、磷酸二氢氨、尿素干粉等。有下列特点:

1. 碳酸氢钠干粉的成分是碳酸氢钠占93%,滑石粉占5%,硬脂酸镁占0.5%~2%,后两种成分是加重剂和防潮剂。从干粉灭火机喷出的灭火粉末,覆盖在固体的燃烧物上,能够构成阻碍燃烧的隔离层,而且此种固体粉末灭火剂遇火时能放出水蒸气及二氧化碳:

$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 - Q$$

钠盐在燃烧区吸收大量的热,起到冷却和稀释可燃气体的作用。

同时干粉灭火剂与燃烧区的碳氢化合物起作用,夺取燃烧反应的游离基,起到抑制燃烧的作用,致使火焰熄灭。

2. 干粉灭火剂综合了泡沫、二氧化碳和四氯化碳灭火剂的特点,具有不导电、不腐蚀、扑救火灾速度快等优点,可扑救可燃气体、电气设备、油类、遇水燃烧物质等物品的火灾。缺点是灭火后留有残渣,因而不宜用于扑灭精密机械设备、精密仪器、旋转电机等火灾。此外,由于干粉灭火冷却性较差,所以不能扑灭阴燃火灾,不能迅速降低燃烧物品表面温度,容易发生复燃。

消防用水 水是最常用的灭火物质,它灭火性强,

价格低廉，取用方便，资源丰富，是天然灭火剂，在灭火中应用最广。它有下列特点：

1. 水在灭火时的冷却作用显著，当它与燃烧物接触时，在被加热和汽化过程中，会大量吸收热量，使燃烧物温度降低，致使燃烧停止。

2. 当水与燃烧物接触时，会汽化产生大量水蒸气，形成"蒸汽幕"，能够防止空气进入燃烧区，并能稀释燃烧区中氧的浓度，能在相当长的时间内起隔离空气的作用；使燃烧区逐渐缺少氧化剂而减弱燃烧强度。

3. 当水溶性燃性液体发生火灾时，在允许用水扑救的条件下，水与燃性液体混合后，可降低燃性液体浓度以及燃烧区内可燃蒸气的浓度。

4. 在扑救过程中高压水流强烈冲击燃烧物和火焰，可冲散燃烧物和使燃烧强度显著减弱。

5. 水用于灭火的缺点是具有导电能力，不宜扑灭带电设备的火灾。

6. 与水反应能产生可燃气体并容易引起爆炸的物质着火时，不能用水扑救，如遇水燃烧物质——电石能和水作用，生成乙炔气并放出大量热量，容易引起爆炸。

7. 非水溶性燃性液体的火灾，原则上不能用水扑救。

8. 水与高温盐液接触会发生爆炸，比水轻的易燃液体能浮在水面燃烧并蔓延等。

miehuoqi xingneng yu baoyang

【灭火器性能与保养】 常用灭火器的规格、用途、使用方法和保养等见下表。

灭 火 器 主 要 性 能

灭火器种类	二氧化碳灭火器	四氯化碳灭火器	干粉灭火器	"1211"灭火器	泡沫灭火器
规格	2 kg 2～3 kg 5～7 kg	2 kg 2～3 kg 5～8 kg	8 kg 50 kg	1 kg 2 kg 3 kg	10 L 56～130 L
药剂	瓶内装有压缩成液态的二氧化碳	瓶内装有四氯化碳液体，并加有一定压力	钢筒内装有钾盐或钠盐干粉并备有盛装压缩气体的小钢瓶	钢筒内装有二氟-氯-溴甲烷，并充填压缩氮	筒内装有碳酸氢钠、发沫剂和硫酸铝溶液
用途	不导电 扑救电气、精密仪器、油类和酸类火灾。不能扑救钾、钠、镁、铝等物质火灾	不导电 扑救电气设备火灾。不能扑救钾、钠、镁、铝、乙炔、二硫化碳等火灾	不导电 可扑救电气设备火灾。而不宜扑救旋转电机火灾。可扑救石油、石油产品、有机溶剂、天然气和天然气设备火灾	不导电 扑救油类、电气设备、化工化纤等初起火灾	有一定导电性 扑救油类，或其他易燃液体火灾。不能扑救忌水和带电物体火灾
效能	接近着火地点，保持3 m远	3 kg喷射时间为30 s，射程为7 m	8 kg喷射时间为14～18 s，射程为4.5 m； 50 kg喷射时间为50～55 s，射程为6～8 m	1 kg喷射时间为6～8 s，射程为2～3 m	10 L喷射时间为60 s，射程为8 m。65 L喷射时间为170 s，射程为13.5 m
使用方法	一手拿好喇叭筒对着火源，另一手打开开关即可	只要打开开关，液体就可喷出	提起圈环，干粉即可喷出	拔下铅封或横锁，用力压下压把即可	倒过来稍加摇滚或打开开关，药剂即喷出
保养和检查方法	保管： (1)置于取用方便的地方 (2)注意使用期限 (3)防止喷嘴堵塞 (4)冬季防冻，夏季防晒 检查： (1)二氧化碳灭火机、每月测量一次，当低于原重1/10时，应充气 (2)四氯化碳灭火机、应检查压力情况，少于规定压力时应充气		置于干燥通风处，防受潮日晒，每年抽查一次干粉是否受潮或结块，小钢瓶内的气体压力每半年检查一次，如质量减少1/10，应换气	置于干燥处，勿摔碰，每年检查一次质量	一年检查一次，泡沫发生倍数低于4倍时，应换药

miehuoqi xuanze he peizhi

【灭火器选择和配置】 不同建筑物和场所，应设置灭火器的类型和数量可参考下表。

灭火器的选择和数量

场　　所	类型选择	设置数量（个/m²）
油浸电力变压器室、油开关、高压电容器、调压器室、发电机房、电信楼、广播楼	1211灭火器 二氧化碳灭火器 四氯化碳灭火器	1/50
甲、乙类火灾危险性的生产产房	1211灭火器 泡沫灭火器 干粉灭火器	1/50
甲、乙类火灾危险性的库房	1211灭火器 泡沫灭火器 干粉灭火器	1/80
丙类火灾危险性的生产厂房	泡沫灭火器 干粉灭火器 清水灭火器 酸碱灭火器	1/80
丙类火灾危险性的库房	泡沫灭火器 酸碱灭火器 清水灭火器	1/100
甲、乙类火灾危险性露天生产装置区	1211灭火器 干粉灭火器 泡沫灭火器	$\frac{1}{100}\sim\frac{1}{150}$
丙类火灾危险生产装置区	泡沫灭火器 酸碱灭火器 清水灭火器	$\frac{1}{150}\sim\frac{1}{200}$
易燃和可燃液体装卸栈台	泡沫灭火器 干粉灭火器 1211灭火器	按栈台长度每10～15 m设1个
液化石油气、可燃气体罐区	干粉灭火器 1211灭火器	按储罐数量计算，每罐设两个
旅馆、办公楼、教学楼、医院	泡沫灭火器 清水灭火器 酸碱灭火器 1211灭火器	$\frac{1}{50}\sim\frac{1}{100}$
百货楼、展览楼、图书楼、邮政楼、财贸金融楼	1211灭火器 干粉灭火器 泡沫灭火器 清水灭火器	$\frac{1}{50}\sim\frac{1}{80}$
科研楼	根据工作性质，参考以上各项确定	根据工作性质，参考上述各项确定

baozha

【**爆炸**】　广义地说，爆炸是物质在瞬间以机械功的形式释放出大量气体和能量的现象。爆炸发生时主要特征是压力的急骤升高。

爆炸的分类

1. 按照爆炸产生原因和性质不同，可将爆炸分成以下三类。

（1）物理性爆炸　是由物理变化（温度、体积和压力等因素）引起的。物理性爆炸的前后，爆炸物质的性质及化学成分均不改变。锅炉的爆炸是典型的物理性爆炸，又如蒸汽爆炸等。

（2）化学性爆炸　是物质在短时间内完成化学变化，形成其他物质，同时产生大量气体和能量的现象。例如乙炔与空气混合的爆炸，炸药的爆炸等。

（3）核爆炸　由原子核发生裂变反应或核聚变反应所引起的爆炸。例如原子弹、氢弹等的爆炸，就属于这类爆炸。

2. 爆炸还可以按爆炸反应的相分为气相爆炸、液相爆炸和固相爆炸三种。

（1）气相爆炸　包括可燃性气体和助燃性气体混合物的爆炸；气体的分解爆炸；可燃液体被喷成雾状物在剧烈燃烧时引起的爆炸（喷雾爆炸）；飞扬悬浮于空气中的可燃粉尘的爆炸等。

（2）液相爆炸　包括聚合爆炸、蒸发爆炸以及由不同液体混合所引起的爆炸。例如硝酸和油脂、液氧和煤粉等混合时引起的爆炸；熔融的矿渣与水接触或钢液包与水接触时，由于过热，发生快速蒸发引起的蒸汽爆炸。

（3）固相爆炸　包括爆炸性化合物及其他爆炸性物质的爆炸（如乙炔铜的爆炸）；导线因电流过载而过热，金属迅速汽化而引起的爆炸等。

3. 化学性爆炸根据瞬时燃烧速度的不同可分为：

（1）轻爆　物质爆炸时的燃烧速度为数米每秒。此类爆炸无多大破坏力，音响也不太大，如无烟火药在空气中的快速燃烧，可燃气体混合物在接近爆炸浓度上限或下限时的爆炸，即属于此类。

（2）爆炸　物质爆炸时的燃烧速度为10 m至数百米每秒。爆炸时能在爆炸点引起压力激增、有较大的破坏力，有震耳的声响。可燃性气体混合物在多数情况下的爆炸，以及被压紧的火药遇火源引起的爆炸等，即属于此类。

（3）爆轰　物质爆炸的燃烧速度为1 000～7 000 m/s。爆轰的特点是突然引起极高的压力，其次是产生超音速的“冲击波”。由于在极短的时间内发生的燃烧产物急速膨胀，像活塞一样挤压其周围气体。反应所产生的能量有一部分传给被压缩的气体层，于是形成的冲击波由它本身的能量所支持，迅速传播并

能远离爆轰的发源地而独立存在。并能引起该处的其他爆炸性气体混合物或炸药发生爆炸，从而发生一种“殉爆”现象。

huaxuexing baozha wuzhi

【化学性爆炸物质】 依照爆炸时所进行的化学变化，化学性爆炸物质可分为以下几种：

1. 简单分解的爆炸物。这类物质在爆炸时分解为元素，并在分解为元素的反应过程中产生热量。属于这一类的有乙炔银、乙炔铜、碘化氮等，这类容易分解的不稳定物质，其爆炸危险性是很大的，受摩擦、撞击、甚至轻微振动即发生爆炸。如乙炔银受摩擦或撞击时的分解爆炸：

$$Ag_2C_2 \rightarrow 2Ag + 2C + Q$$

2. 复杂分解的爆炸物。这类物质包括各种含氧炸药，其危险性较简单分解的爆炸物稍小。含氧炸药在发生爆炸时伴有燃烧反应，燃烧所需的氧由物质本身分解供给。如苦味酸、TNT、烟花爆竹等都属于此类。

3. 可燃性混合物。是指由可燃物质与助燃物质组成的爆炸物质。所有可燃气体、蒸气和可燃粉尘与空气（或氧）组成的混合物均属此类。如一氧化碳与空气混合的爆炸反应：

$$2CO + O_2 + 3.76N_2 = 2CO_2 + 3.76N_2 + Q$$

这类爆炸实际上是在火源作用下的一种瞬间燃烧反应。

通常称可燃性混合物为有爆炸危险的物质，因为它们只是在适当的条件下，才变为危险的物质，这些条件包括可燃物质的含量、氧化剂含量以及点火能源等。

可燃性混合物的危险性较前种为低，但较普遍，工业生产中遇到的主要是这类爆炸事故。

baozha jixian

【爆炸极限】 可燃物质（可燃气体、蒸气和粉尘）与空气（或氧气）必须在一定的浓度范围内均匀混合，形成预混气，遇着火源才会发生爆炸，这个浓度范围称为爆炸极限，或爆炸浓度极限。例如一氧化碳与空气混合的爆炸极限为 12.5% ~80%。可燃性混合物能够发生爆炸的最低浓度和最高浓度，分别称为爆炸下限和爆炸上限，这两者有时亦称为着火下限和着火上限。在低于爆炸下限和高于爆炸上限浓度时，既不爆炸，也不着火。这是由于前者的可燃物浓度不够，过量空气的冷却作用，阻止了火焰的蔓延；而后者则是空气不足，导致火焰不能蔓延的缘故。当可燃物的浓度大致相当于反应当量浓度时，具有最大的爆炸威力（即根据完全燃烧反应方程式计算的浓度比例）。

可燃性混合物的爆炸极限范围越宽、爆炸下限越低和爆炸上限越高时，其爆炸危险性越大。这是因为爆炸极限越宽则出现爆炸条件的机会就多；爆炸下限越低则可燃物稍有泄漏就会形成爆炸条件；爆炸上限越高则有少量空气渗入容器，就能与容器内的可燃物混合形成爆炸条件。应当指出，可燃性混合物的浓度高于爆炸上限时，虽然不会着火和爆炸，但当它从容器或管道里逸出，重新接触空气时却能燃烧，仍有发生着火的危险。

爆炸极限的单位 气体或蒸气的爆炸极限的单位，是以在混合物中所占体积的百分比（%）来表示的，如氢与空气混合物的爆炸极限为 4% ~75%。可燃粉尘的爆炸极限是以混合物中所占体积的质量比 g/m^3 来表示的，例如铝粉的爆炸极限为40 g/m^3。

爆炸极限计算 爆炸反应当量浓度、爆炸下限和上限、多种可燃气体混合物的爆炸极限计算方法如下：

1. 爆炸反应当量浓度。爆炸性混合物中的可燃物质和助燃物质的浓度比例，在恰好能发生完全的化合反应时，则爆炸所析出的热量最多，所产生的压力也最大。实际的反应当量浓度稍高于计算的反应当量浓度，这是因为爆炸性混合物通常含有杂质。

可燃气体或蒸气分子式一般用 $C_\alpha H_\beta O_\gamma$ 表示，设燃烧1 mol气体所必需的氧摩尔数为 n，则燃烧反应式可写成：

$$C_\alpha H_\beta O_\gamma + nO_2 \rightarrow 生成气体$$

按照标准空气中氧气浓度为 20.9%，则可燃气体在空气中的化学当量浓度 X(%)，可用下式表示：

$$X = \frac{1}{1+\frac{n}{0.209}} \times 100\% = \frac{20.9}{0.209+n} \times 100\%$$

可燃气体在氧气中的化学当量浓度为 X_0(%)，可用下式表示：

$$X_0 = \frac{100}{1+n} \times 100\%$$

也可根据完全燃烧所需的氧原子数 $2n$ 的数值，从表 1 中直接查出可燃气体或蒸气在空气（或氧气）中的化学当量浓度。其中 $2n = 2\alpha + \frac{1}{2}\beta - \gamma$。

2. 爆炸下限和爆炸上限。各种可燃气体和燃性液体蒸气的爆炸极限，可用专门仪器测定出来，或用经验公式估算。爆炸极限的估算值与实验值一般有些出入，其原因是在计算式中只考虑到混合物的组成，而无法考虑其他一系列因素的影响，但仍不失去参考价值。

（1）根据完全燃烧反应所需的氧原子数估算有机物的爆炸下限和上限，其经验公式如下。

爆炸下限公式：

$$L_{下} = \frac{100}{4.76(n-1)+1} \times 100\% \quad （体积）$$

表 1　可燃气体(蒸气)在空气中和氧气中的化学当量浓度

氧分子数	氧原子数 $2n$	化学当量浓度(%) 在空气中 $X=\frac{20.9}{0.209+n}$	化学当量浓度(%) 在氧气中 $X_0=\frac{100}{1+n}$	物质举例	氧分子数	氧原子数 $2n$	化学当量浓度(%) 在空气中 $X=\frac{20.9}{0.209+n}$	化学当量浓度(%) 在氧气中 $X_0=\frac{100}{1+n}$	物质举例
1	0.5	45.5	80.0		6	10.5	3.82	16.0	
	1.0	29.5	66.7	氢气、一氧化碳		11.0	3.72	15.4	丁酮
	1.5	11.8	57.2			11.5	3.50	14.8	
	2.0	17.3	50.0			12.0	3.36	14.3	乙醚、丁烯、丁醇
2	2.5	14.3	44.5		7	12.5	3.23	13.8	
	3.0	12.2	40.0	甲醇、二硫化碳		13.0	3.10	13.3	丁烷、甲酸丁酯
	3.5	10.7	36.4	甲烷、醋酸		13.5	3.00	12.9	
	4.0	9.5	33.3			14.0	2.89	12.5	二氯苯
3	4.5	8.5	30.8		8	14.5	2.80	12.12	溴苯、氯苯
	5.0	7.7	28.6	乙炔、乙醛		15.0	2.70	11.76	苯、戊醇
	5.5	7.1	26.7			15.5	2.62	11.42	
	6.0	6.5	25.0	乙烷、乙醇		16.0	2.54	11.10	戊烷、乙酸丁酯
4	6.5	6.1	23.5	氯乙烷	9	16.5	2.47	10.81	
	7.0	5.6	22.2	乙烷、甲酸乙酯		17.0	2.39	10.52	苯甲醇、甲酚
	7.5	5.3	21.1			17.5	2.33	10.26	
	8.0	5.0	20.0	丙酮		18.0	2.26	10.0	环己烷、庚烷
5	8.5	4.7	19.0		10	18.5	2.20	9.76	甲苯胺
	9.0	4.5	18.2	丙烯、丙醇		19.0	2.15	9.52	己烷、丙酸丁酯
	9.5	4.2	17.4			19.5	2.10	9.30	
	10.0	4.0	16.7	丙烷、乙酸乙酯		20.0	2.05	9.09	甲基环己醇

爆炸上限公式：

$$L_{上}=\frac{4\times100}{4.76n+4}\times100\%\quad(体积)$$

式中　$L_{下}$——可燃性混合物爆炸下限；

$L_{上}$——可燃性混合物爆炸上限；

n——1 mol可燃气体完全燃烧所需的氧原子数。

某些有机物爆炸上限和下限估算值与实验值比较见表2。

表 2　石蜡烃的化学计量浓度及其爆炸极限计算值与实验值的比较

序号	可燃气体	分子式	α	化学计量浓度 $2n_0$	化学计量浓度 X_0(%)	爆炸下限 X_1(%) 计算值	爆炸下限 X_1(%) 实验值	爆炸上限 X_2(%) 计算值	爆炸上限 X_2(%) $2n$	爆炸上限 X_2(%) 实验值
1	甲烷	CH_4	1	4	9.5	5.2	5.0	14.3	2.5	15.0
2	乙烷	C_2H_6	2	7	5.6	3.1	3.0	12.2	3.0	12.5
3	丙烷	C_3H_8	3	10	4.0	2.2	2.1	9.5	4.0	9.5
4	丁烷	C_4H_{10}	4	13	3.1	1.7	1.5	8.5	4.5	8.5
5	异丁烷	C_4H_{10}	4	13	3.1	1.7	1.8	8.5	4.5	8.4
6	戊烷	C_5H_{12}	5	16	2.5	1.4	1.4	7.7	5.0	8.0
7	异戊烷	C_5H_{12}	5	16	2.5	1.4	1.3	7.7	5.0	7.6

从表中所列数值可以看出，实验所得与计算的值有一定差别，但采用安全系数后，在实际生产工作中仍可供参考。

（2）根据化学当量浓度计算爆炸极限和爆炸性混

合气完全燃烧时的化学当量浓度，可以估算有机物的爆炸下限和上限。计算公式如下：

$$L_{下} = 0.55X$$

$$L_{上} = 4.8\sqrt{X}$$

此计算公式用于链烷烃类，其计算值与实验值比较，误差不超过10%。例如甲烷爆炸极限的实验值为5%～15%，与计算值非常接近。但用以估算 H_2、C_2H_2 以及含 N_2、Cl_2 等可燃气体时，出入较大，不可应用。

3. 多种可燃气体组成混合物的爆炸极限。由多种可燃气体组成爆炸混合气的爆炸极限，可根据各组分的爆炸极限进行估算，其计算公式如下：

$$L_m = \frac{100}{\frac{V_1}{L_1} + \frac{V_2}{L_2} + \frac{V_3}{L_3} + \cdots + \frac{V_n}{L_n}} \times 100\%$$

式中 L_m——爆炸性混合气的爆炸极限(%)；

L_1、L_2、L_3、L_n——组成混合气各组分的爆炸极限(%)；

V_1、V_2、V_3、…、V_n——各组分在混合气中的浓度(%)。

$$V_1 + V_2 + V_3 + \cdots + V_n = 100$$

该公式用于煤气、水煤气、天然气等混合气爆炸极限的计算比较准确，而对于氢与乙烯、氢与硫化氢、甲烷与硫化氢等混合气及二硫化碳的混合气体，则计算的误差较大，不得应用。

yufang keran wuzhi baozha de jishu cuoshi

【预防可燃物质爆炸的技术措施】 所有防爆技术措施的实质，就是防止化学性爆炸三个基本条件的同时存在。可燃物质化学性爆炸的三个基本条件：存在着可燃气体、蒸气或粉尘；可燃物质与空气(或氧气)混合并且达到爆炸极限，形成爆炸性混合物；在火源作用下。防爆技术措施主要有以下几方面：

1. 预防形成爆炸性混合物。

(1)设备密闭。防止可燃物质的跑、冒、滴、漏。

(2)正压操作。防止空气进入容器或燃气系统内。

(3)惰性介质保护。常用惰性介质有氮气、二氧化碳和水蒸气等。

(4)厂房或库房的通风换气。

(5)其他：如采用色标措施、多位阀等。

2. 消除着火源。

3. 削弱爆炸威力的升级：采用爆破片或抑爆装置。

weixian huaxuepin fenlei

【危险化学品分类】 凡具有爆炸、易燃、毒害、腐蚀、放射性等性质，在运输装卸和贮存保管过程中，容易造成人身伤亡和财产损毁而需要特别防护的物品，均属危险物品。根据国家标准GB6944—86《危险货物分类与品名编号》的规定，将危险品分为九大类。

第一类　爆炸物品。系指在外界作用下(受热、撞击)，能发生剧烈的化学反应，瞬时产生大量的气体和热量，使周围压力急剧上升而发生爆炸，对周围环境造成破坏的物品。也包括无整体爆炸危险，或仅产生热、光、音响或烟雾等一种或几种作用的烟火物品。

第二类　压缩气体和液化气体。系指压缩、液化或加压溶解的气体，并应符合下述两种情况之一者：①临界温度低于50 ℃，或在50 ℃时，其蒸气压力大于294 kPa的压缩或液化气体；②温度在21.1 ℃时，气体的绝对压力大于275 kPa，或37.8 ℃时，雷德蒸气压力大于275 kPa的液化气体或加压溶解的气体。

本类物品可分为易燃气体、不燃气体(无毒、不燃气体，包括助燃气体)、有毒气体等三项。

第三类　易燃液体。系指易燃的液体、液体混合物或含有固体物质的液体，但不包括由于其危险特性已列入其他类别的液体。

第四类　易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品。

易燃固体系指燃点低，对热、撞击、摩擦敏感，易被外部火源点燃，燃烧迅速，并可能散发出有毒烟雾或有毒气体的固体，但不包括已列入爆炸品的物质。

自燃物品系指自燃点低，在空气中易于发生氧化反应，放出热量，而自行燃烧的物品。

遇湿易燃烧物品系指遇水或受潮时，发生剧烈化学反应，放出大量易燃气体和热量的物品。有些不需明火，即能燃烧或爆炸。

第五类　氧化剂和有机过氧化物。

氧化剂系指处于高氧化态，具有强氧化性，易分解并放出氧和热量的物质。包括含有过氧基的无机物，其本身不一定可燃，但能导致可燃物的燃烧，与松软的粉末状可燃物能组成爆炸性混合物，对热、振动或摩擦较敏感。

有机过氧化物系指分子组成中含有过氧基的有机物，其本身易燃易爆、极易分解，对热、振动或摩擦极为敏感。

第六类　毒害品和感染性物品。毒害品系指进入肌体后，累积达到一定的量，能与液体和组织发生生物化学作用或生物物理学变化，扰乱或破坏肌体的正常生理功能，引起暂时性或持久性的病理状态，甚至危及生命的物品；感染性物品系指含有致病的微生物，能引起病态，甚至死亡的物品。

第七类　放射性物品，系指放射性比活度大于 7.4×10^4 Bq/kg的物品。

第八类　腐蚀品。系指能灼伤人体组织并对金属等物品造成损坏的固体或液体。包括酸性、碱性腐蚀品和其他腐蚀品三类。

第九类　杂类。系指在运输过程中呈现的危险性

质不包括上述八类危险性质的物品。

按照国家2002年1月26日颁布的《危险化学品安全管理条例》的规定，化学危险物品是指上述九大类中的爆炸品、压缩和液化气体、易燃液体和易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物、毒害品、腐蚀品七大类。放射性物品、核能物资和剧毒品、火工产品等，虽然也属于危险物品，但由于它们具有特殊性质、危害性大，一般均有专门的管理要求和法规。因此，通常所说的化学危险物品不包括这类物品。

keran qiti ranbao texing

【可燃气体燃爆特性】 凡是遇火，受热或与氧化剂接触能着火或爆炸的气体，统称为可燃气体。

燃烧形式 气体的燃烧与液体和固体的燃烧不同，它不需要经过蒸发、熔化等过程，气体在正常状态下就可具有燃烧条件，所以比液体和固体都容易燃烧。有扩散燃烧和动力燃烧两种形式。

1. 扩散燃烧。如果可燃气体与空气的混合是在燃烧过程中进行的，则发生稳定式的燃烧，称为扩散燃烧，燃烧速度一般小于0.5 m/s。由于可燃气体与空气是逐渐混合的，并逐渐燃烧消耗掉，因而形成稳定式燃烧，只要控制得当，就不会造成火灾。如火炬、气焊的火焰、燃气加热等属于这类扩散燃烧。

2. 动力燃烧。如果可燃气体与空气是在燃烧之前按一定比例均匀混合的，形成预混气，遇火源则发生爆炸式燃烧，称动力燃烧。在预混气的空间里，充满了可以燃烧的混合气，一处点火，整个空间立即燃烧起来，发生瞬间的燃烧，即爆炸现象。

此外，如果可燃气体处于压力而受冲击、摩擦或其他着火源作用，则发生喷流式燃烧。像气井的井喷火灾，高压气体从燃气系统喷射出来时的燃烧等。对于这种喷流燃烧形式的火灾，较难扑救，需较多救火力量和灭火剂，应当设法断绝气源，使火灾彻底熄灭。

分类 按照爆炸下限分为两级。

1. 一级可燃气体的爆炸下限≤10%，如氢气、甲烷、乙烯、乙炔、环氧乙烷、氯乙烯、硫化氢、水煤气、天然气等绝大多数气体均属此类。

2. 二级可燃气体的爆炸极限>10%，如氨、一氧化碳、发生炉煤气等少数可燃气体属于此类。

3. 在生产或贮存可燃气体时，将一级可燃气体划为甲类火灾危险，二级可燃气体划为乙类火灾危险。

影响爆炸极限的因素 可燃气体（蒸气）的爆炸极限受诸多因素的影响，主要有下列几种因素：

1. 温度。混合物的原始温度越高，则爆炸下限越低，上限提高，爆炸极限范围扩大，爆炸危险性增加。这是因为混合物温度升高，其分子内能增加，引起燃烧速度的加快，而且，由于分子内能的增加和燃烧速度的加快，使原来含有的过量空气（低于爆炸下限）或可燃物高于爆炸上限，而不能使火焰蔓延的混合物浓度变成为可以使火焰蔓延的浓度，从而改变了爆炸极限范围。

2. 氧含量。混合物中含氧量增加，爆炸极限范围扩大，尤其爆炸上限提高得更多。例如氢与空气混合的爆炸极限为4%～75%，而氢与纯氧混合的爆炸极限为4%～95%。

3. 惰性介质。如若在爆炸混合物中掺入不燃烧的惰性气体（如氮、二氧化碳、水蒸气、氩、氦等），随着惰性气体的百分数增加，爆炸极限范围则缩小，惰性气体的浓度提高到某一数值，亦可以使混合物变成不可爆炸。一般情况下，惰性气体对混合物爆炸上限的影响较之对下限的影响更为显著，因为惰性气体浓度加大，表示氧的浓度相对减小，而在上限中氧的浓度本来已经很小，故惰性气体稍为增加一点，即产生很大影响，而使爆炸上限剧烈下降。

4. 压力。混合物的原始压力对爆炸极限有很大影响，压力增大，爆炸极限范围也扩大，尤其是爆炸上限显著提高。

值得重视的是当混合物的原始压力减小时，爆炸极限范围缩小，压力降至某一数值时，下限与上限合成一点，压力再降低，混合物即变成不可爆炸。爆炸极限范围缩小为零的压力称为爆炸的临界压力。临界压力的存在表明，在密闭的设备内进行减压操作，可以免除爆炸的危险。

5. 容器或管道直径。容器或管道直径越小，火焰在其中越难蔓延，混合物的爆炸极限范围则越小。当容器直径小到某一数值时，火焰不能蔓延，可消除爆炸危险，这个直径称为临界直径。如甲烷的临界直径为0.4～0.5 mm，氢和乙炔为0.1～0.2 mm等。

容器直径大小对爆炸极限的影响，可以用链式反应理论解释。燃烧是自由基产生的一系列连锁反应的结果，管径减小时，游离基与管壁的碰撞几率相应增大，当管径减小到一定程度时，即因碰撞造成游离基的销毁的反应速度大于游离基产生的反应速度，燃烧反应便不能继续进行。

6. 着火源。能源的性质对爆炸极限范围的影响是：能源强度越高，加热面积越大，作用时间越长，爆炸极限范围越宽。以甲烷为例，100 V·A的电火花不引起爆炸，2 V·A的电火花可引起爆炸，爆炸极限为5.9%～13.6%，3 V·A的电火花则爆炸极限扩大为5.85%～14.8%。

各种爆炸性混合物都有一个最低引爆能量，即点火能量，它是指能引起爆炸性混合物发生爆炸的最小火源所具有的能量，它也是混合物爆炸危险性的一项重要的性能参数。爆炸性混合物的点火能量越小，其

燃爆危险性就越大。

火花的能量、热表面的面积、火源和混合物的接触时间等,对爆炸极限均有影响。此外,光对爆炸极限也有影响,如前所述,氢和氯混合,在避光黑暗处反应十分缓慢,但在强光照射下则发生剧烈反应(连锁反应)并导致爆炸。

评价气体燃爆危险性的技术参数 评价生产与生活中广泛使用的各种可燃气体火灾爆炸危险性,主要依据以下技术参数。

1. 爆炸危险度。可燃气体或蒸气的爆炸危险性可以用爆炸极限和爆炸危险度来表示,爆炸危险度即是爆炸浓度极限范围与爆炸下限浓度之比值:

$$爆炸危险度=\frac{爆炸上限浓度-爆炸下限浓度}{爆炸下限浓度}$$

爆炸危险度说明,当气体或蒸气的爆炸浓度极限范围越宽,爆炸下限浓度越低,爆炸上限浓度越高时,其爆炸危险性就越大。

2. 传爆能力。是爆炸性混合物传播燃烧爆炸能力的一种度量参数,用最小传爆断面表示。

(1)当可燃性混合物的火焰经过两个平面间的缝隙或小直径管子时,如果其断面小到某个数值,由于游离基的大量销毁而破坏了燃烧条件,火焰即熄灭,这种阻断火焰传播的原理称为缝隙隔爆。

(2)爆炸性混合物的火焰尚能传播而不熄灭的最小断面称为最小传爆断面。设备内部的可燃混合气被点燃后,通过25 mm长的结合面,能阻止将爆炸传至外部的可燃混合气的最大间隙,称为最大试验安全间隙。可燃气体或蒸气爆炸性混合物,按照传爆能力的分级见表1。

表1　可燃气体或蒸气爆炸性混合物按照传爆能力的分级

级　别	1	2	3	4
间隙 δ(mm)	$\delta>1.0$	$0.6<\delta\leq1.0$	$0.4<\delta\leq0.6$	$\delta\leq0.4$

3. 爆炸威力指数。可燃性混合物爆炸时产生的压力为爆炸压力,它是度量可燃性混合物将爆炸时产生的能量用于做功的能力,如果爆炸压力大于容器的极限强度,容器便发生破裂。

气体爆炸的破坏性还可以用爆炸威力来表示,爆炸威力是反映爆炸对容器或建筑物冲击度的一个量,它与爆炸形成的最大压力有关,同时还与爆炸压力的上升速度有关。这两者的乘数为爆炸威力指数,因此,爆炸威力可用下式爆炸威力指数表示:

$$爆炸威力指数=最大爆炸压力\times爆炸压力上升速度$$

典型气体和蒸气的爆炸威力指数见表2:

表2　典型气体和蒸气的爆炸威力指数

名　　称	威力指数	名　　称	威力指数
丙酮	816	乙烷	1 213
丁烷	1 100	氢	5 491
苯	1 100	乙炔	8 859

4. 自燃点。可燃气体的自燃点不是固定不变的数值,而是受压力、密度、容器直径、催化剂等因素的影响。

(1)一般规律是:受压越高、自燃点越低,因此,可燃气体在压缩过程中(例如在压缩机中)较容易发生爆炸,其原因之一就是自燃点降低的缘故。密度越大,自燃点越低,容器直径越小,自燃点越高,在氧气中测定时,所得自燃点数值一般较低,而在空气中测定则较高。

(2)同一物质的自燃点随一系列条件而变化,这种情况使得自燃点在表示物质火灾危险性方面降低了作用。但在判定火灾原因时,就不能不知道物质的自燃点。所以在利用文献中的自燃点数据时,必须注意它们的测定条件。测定条件与所考虑的条件不符时,应该注意其间的变化关系。

(3)爆炸性混合气处于爆炸下限浓度或爆炸上限浓度的自燃点最高,处于反应当量浓度时的自燃点最低。在通常情况下,都是采用反应当量浓度的自燃点作为标准自燃点,例如硫化氢在爆炸下限时的自燃点为373 ℃,在爆炸上限时的自燃点为304 ℃,在反应当量浓度时的自燃点是246 ℃,故取用246 ℃作为硫化氢的标准自燃点。

(4)应当根据爆炸性混合气的自燃点选择防爆电器型式,控制反应温度,设计阻火器的直径,采取隔离热源的措施等。

(5)与爆炸性混合物接触的任何物体如电动机、反应缸、暖气管道等,其外表面的温度必须控制在相接触的爆炸性混合气的自燃点以下。

为了使防爆设备的表面温度限制在一个合理的数值上,将在标准试验条件下的爆炸性混合物按其自燃点分为下列T1至T6六组,见表3:

表3　爆炸性混合物按自燃点分组

组别	爆炸混合物自燃温度(℃)	组别	爆炸性混合物自燃温度(℃)
T1	$450<T$	T4	$135<T\leq200$
T2	$300<T\leq450$	T5	$100<T\leq135$
T3	$200<T\leq300$	T6	$85<T\leq100$

5. 化学活泼性。可燃气体的化学活泼性越强,其火灾爆炸的危险性越大。化学活泼性强的可燃气体在

通常条件下即能与氯、氧及其他氧化剂起反应，发生火灾和爆炸。

气态烃类分子结构中的价键越多，化学活泼性越强，火灾爆炸的危险性越大。例如乙烷、乙烯和乙炔分子结构中的价键分别为单键（$H_3C—CH_3$）、双键（$H_2C═CH_2$）和三键（$HC≡CH$），它们的燃烧爆炸和自燃的危险性则依次增加。

6. 相对密度

（1）与空气相对密度相近的可燃气体，容易相互均匀混合，形成爆炸性混合物。

（2）比空气重的可燃气体则沿着地面扩散。并易窜入沟渠、厂房死角处长时间聚集不散，遇火源则发生燃烧或爆炸。

（3）比空气轻的可燃气体容易扩散。而且易顺风飘动，会使燃烧火焰蔓延扩散。

（4）应当根据可燃气体的比重特点，正确选择通风排气口的位置，确定防火间距值以及采取防止火势蔓延等措施。

7. 扩散性

（1）扩散性是指物质在空气及其他介质中的扩散能力。

（2）可燃气体（蒸气）在空气中的扩散速度越快，火灾蔓延扩展的危险性就越大。气体的扩散速度取决于扩散系数的大小。

8. 可缩性和受热膨胀性。和液体比较，气体有很大的弹性，气体在压力和温度的作用下，容易改变其体积，受压时体积缩小，受热即体积膨胀。当容积不变时，温度与压力成正比，则气体受热温度越高，它膨胀后形成的压力也越大。据此，装盛压缩气体或液体的容器（液化钢瓶），如受高温、日晒等作用，气体就会急剧膨胀，产生很大压力，当压力超过容器的极限强度时，就会引起容器的爆炸。

keran yeti ranbao texing

【可燃液体燃爆特性】 凡遇火、受热或与氧化剂接触能着火和爆炸的液体，都称为可燃液体。

燃烧形式 可燃液体的燃烧是由于受热时汽化形成蒸气以后，按气体的燃烧方式进行，有扩散燃烧与动力燃烧两种形式。液面上的蒸气点燃后则产生火焰并出现热量的扩展，火焰向液体传热的途径主要靠对流和传导的方式。

处于压力下的液体，燃烧时呈喷流式燃烧，如油井井喷火灾，高压燃油系统从容器、管道喷出的火灾等。喷流式燃烧速度快、冲力大、火焰迅速，在火灾初起阶段，如能及时切断液源（如关闭阀门等），较易扑灭；燃烧时间延长，能造成熔孔扩大，阀门或井口装置被严重烧损等，会迅速扩大火势，则较难扑救。

分类 根据GB6944—86《危险货物分类与品名编号》的规定，将可燃液体分为：

低闪点液体——闪点低于 -18 ℃；

中闪点液体——闪点为 -18 ~ 23 ℃（不包括 23 ℃）；

高闪点液体——闪点为 23 ~ 61 ℃。

爆炸极限 可燃液体的爆炸极限有两种表示方法：

1. 可燃蒸气的爆炸浓度极限。有上、下限之分，以体积分数表示。

2. 液体的爆炸温度极限。也有上、下限之分，以“℃”表示。这是因为可燃蒸气的浓度是在液体一定的温度下形成的。因此，爆炸温度极限就体现着一定的爆炸浓度极限，两者之间有相应的关系，例如酒精的爆炸温度极限为 11 ~ 40 ℃，与此相对应的爆炸浓度极限为 3.3% ~ 18%。液体的温度可随时方便地测出，比起通过取样和化验分析来测定蒸气浓度的方法，要简便得多。

评价液体燃爆危险性的技术参数 评价生产与生活中广泛使用的各种可燃液体火灾爆炸危险性，主要依据以下技术参数：

1. 闪点。是划分可燃液体危险等级的主要依据。

（1）液体的闪点越低，则表示越易起火燃烧，因为在常温甚至在冬季低温只要遇到明火就能发生闪燃，所以具有较大的火灾爆炸危险性。

（2）液体的闪点随其浓度而变化，例如乙醇水溶液中的乙醇含量为 80%、40%、20% 和 5% 时，其闪点分别为19 ℃、26.75 ℃、36.75 ℃和62 ℃。含量为 3% 时没有闪燃现象。

（3）两种液体混合物的闪点，一般是位于原来两液体的闪点之间，并且低于这两种可燃液体闪点的平均值。例如车用汽油的闪点为 -36 ℃，照明用煤油的闪点为40 ℃，如果将汽油和煤油按 1∶1的比例混合，那么混合物的闪点应低于（-36 +40）℃/2 = 2 ℃。

（4）在易燃的溶剂中掺入四氯化碳，其闪点即提高，加入量达到一定数值后，则不能闪燃。例如在甲醇中加入 41% 的四氯化碳，即不会发生闪燃现象，这在安全上可以利用。

2. 饱和蒸气压。在单位时间内从液体蒸发出来的分子数，等于回到液体里的分子数的蒸气称饱和蒸气。在密闭容器中，液体都能蒸发成饱和蒸气。饱和蒸气所具有的压力称为饱和蒸气压力，简称蒸气压力。

（1）液体的蒸气压力越大，则蒸发速度越快，闪点越低，所以火灾危险性越大。

（2）蒸气压力随着液体温度而变化的，即随着温度的升高而增加，超过沸点时的蒸气压力，能导致容器爆裂，造成火灾蔓延。

3. 沸点。液体沸腾时的温度，亦即蒸气压等于大气压力时的温度。

(1)沸点低的液体,蒸发速度快,闪点低,因而容易与空气形成爆炸性混合物。所以,液体的沸点越低,其火灾和爆炸危险性越大。

(2)易燃液体在常温下,其蒸气与空气能形成爆炸性混合物。

4. 相对密度

(1)液体的相对密度大多数小于1。相对密度越小,蒸发速度越快,闪点也越低,因而其火灾爆炸的危险性越大。

(2)可燃蒸气的相对密度是以其克分子量和空气克分子量之比。大多数可燃蒸气都比空气重,能沿地面漂浮,遇着火源能发生火灾和爆炸。

(3)可燃液体大多数是不溶于水的,但醇类、醛类、酮类能溶解于水。

(4)相对密度小且不溶于水的液体着火时,不能用水直接扑救。比水轻且不溶于水的液体(如二硫化碳)可储存于水中,既能安全防火,又经济方便。

5. 流动扩散性

(1)流动性强的液体着火时,会促使火势的蔓延和扩大燃烧面积。

(2)液体流动性的强弱与其黏度有关,黏度以"厘泊"表示,黏度越低,则液体的流动扩散性越强,反之就越差。

(3)液体的黏度与自燃点有这样的关系,黏稠液体的自燃点比较低,不黏稠液体的自燃点比较高,例如,重质油料沥青是黏稠液体,其自燃点为280 ℃;苯是不黏稠透明液体,自燃点为580 ℃。黏稠液体的自燃点比较低是由于其分子间隔小,蓄热条件好的原因。

6. 带电能力

(1)大部分液体是高电阻率的电介质(电阻率在10~15 Ω·cm),具有带电能力,如醚类、酮类、酯类、芳香类、石油及其产品等。

(2)有带电能力的液体在灌注、运输和流动过程中,都有因摩擦产生静电放电而发生火灾的危险。

(3)醇类、醛类和羧类不是电解质,电阻率低,一般都没有带电能力,其静电火灾危险性小。

7. 相对分子质量

(1)同一类有机化合物中,一般是分子量越小,沸点越低,闪点也越低,所以火灾爆炸危险性也越大。

(2)相对分子质量大的液体,其自燃点较低,易受热自燃。

8. 受热膨胀性

(1)热胀冷缩是一般物质的共性。可燃液体贮存于密闭容器中,由于体积的膨胀,蒸气压也会随之增大,有可能造成容器的鼓胀,甚至引起爆炸事故。

(2)可燃液体受热后的体积膨胀值,可用下式计算:

$$V_t = V_0(1+\beta t)$$

式中 V_t、V_0——液体t ℃和0 ℃时的体积,L;

t——液体受热后的温度,℃;

β——体积膨胀系数,即温度升高1 ℃时,单位体积的增量。

(3)几种液体在0~100 ℃的平均体积膨胀系数,见下表:

液体在0~100 ℃的平均体积膨胀系数

液体名称	体积膨胀系数	液体名称	体积膨胀系数
乙醚	0.001 60	戊烷	0.001 60
丙酮	0.001 40	煤油	0.000 90
苯	0.301 20	石油	0.000 70
甲苯	0.001 10	醋酸	0.001 40
二甲苯	0.000 95	氯仿	0.001 40
甲醇	0.001 40	硝基苯	0.000 83
乙醇	0.001 10	甘油	0.000 50
二硫化碳	0.001 20	苯酚	0.000 89

keran guti ranbao texing

【可燃固体燃爆特性】 凡遇火、受热、撞击摩擦或与氧化剂接触能着火的固体物质,统称为可燃固体。

燃烧形式

1. 熔点低的固体物质燃烧时,是受热后先熔化,再蒸发产生蒸气并分解氧化而燃烧。例如沥青、石蜡、松香、硫、磷等。

2. 复杂固体的物质燃烧时,是在受热时直接分解析出气态产物,再氧化燃烧。例如木材、煤、纸张、棉花、塑料、人造纤维等。

3. 焦炭和金属等燃烧时呈炽热状态,无火焰发生,属于无焰燃烧或表面燃烧。

上述三种燃烧过程有的可燃固体可兼而有之,如木材的燃烧过程即是。

木材燃烧过程 在复杂固体物质的燃烧中,以木材的燃烧在防火中最值得深入研究。

1. 木材遇到火焰时,先是受热升温,在110 ℃以下只释出水分,130 ℃时开始分解,自150~200 ℃以下分解出来的主要是水和二氧化碳,并不能燃烧。在200 ℃以上分解出一氧化碳、氢和碳氢化合物,此时木材开始燃烧,到300 ℃时析出的气体产物最多,燃烧也最强烈。

2. 木材的燃烧除了有火焰燃烧外,还有木炭的无火焰燃烧。在开始燃烧析出可燃气体时,木炭不能燃烧,因为火焰阻止氧接近木炭。随着木炭层的加厚而阻碍火焰的热量传入里层的木材,因而减少了气态物质的分解,火焰变弱。由于木炭的灼热而燃烧,木材表

面的温度也随之提高，达到 600～700 ℃。

3. 木炭的燃烧又使木炭层减薄，露出新的木材，进行分解，这样反复继续到全部木材分解完毕，此后就只有木炭的燃烧，再没有火焰发生。

4. 木材的有火焰燃烧阶段对火灾发展起决定作用，所占的时间短，但所放出的热量大，火焰的温度与热辐射促使火灾蔓延。因此，在灭火工作中，与木材的火焰燃烧作斗争最为重要。

分类 固体按燃烧的难易程度分为易燃固体和可燃固体两类。

1. 在危险物品的管理上，通常以燃点300 ℃作为划分易燃固体和可燃固体的界限。

2. 易燃固体按危险性程度又分为一、二两级。一级易燃固体的燃点低，易于燃烧，燃烧速度快，并能放出剧毒的气体，例如红磷、三硫化磷、五硫化磷、二硝基甲苯、闪光粉等。二级易燃固体的燃烧性能比一级易燃固体差，燃烧速度较慢，燃烧产生的毒性较小。例如硫磺赛璐珞板、镁粉、铝粉、锰粉等。

评价固体危险性的技术参数

1. 燃点。燃点是评价固体物质火灾危险性的主要标志。

(1)燃点低的固体在能量较小的热源作用下，或者受撞击、摩擦等，会很快受热升温达到燃点而着火。

(2)固体的燃点越低，越容易着火，火灾危险性就越大。

2. 熔点。物质由固态转变为液态的最低温度称为熔点。

(1)熔点低的固体受热时容易蒸发或气化，因此，燃点也较低，燃烧速度则较快。

(2)许多低熔点的易燃固体还有闪燃现象。如二氯苯、聚甲醛、樟脑等，而且其闪点大都在100 ℃以下，所以火灾危险性大。

3. 自燃点。固体的自燃点一般都低于液体和气体的自燃点，大体上介于 180～400 ℃之间。这是由于固体物质组成中分子间隔小，单位体积的密度大，因而受热时蓄热条件好的缘故。

(1)固体的自燃点越低，其受热自燃的危险性就越大。

(2)有些固体达到自燃点时，会分解出可燃气体与空气发生氧化而燃烧，这类物质的自燃温度一般较低。例如纸张和棉花的自燃温度为 130～150 ℃。

(3)熔点高的固体的自燃点比熔点低的固体的自燃点低一些；粉状固体的自燃点比块状固体的自燃点低一些。

4. 单位体积的表面积

(1)固体与空气接触的表面积越大，其化学活性亦越大，越容易燃烧，并且燃烧速度也越快。

(2)同种固体，如单位体积的表面积大的，其危险性就大。例如铝粉比铝制品容易燃烧，硫粉比硫块燃烧快等。

(3)粉状的固体，飞扬悬浮在空气中并达到爆炸极限时有爆炸危险。

keran fenchen ranbao texing

【可燃粉尘燃爆特性】 粉状的可燃固体，不仅有着火的危险，而且一旦飞扬悬浮于空中，与空气均匀混合并达到一定浓度范围时，遇火源还会发生爆炸。

分类 粉尘爆炸的危险性存在于不少工业生产部门，目前已发现下述七类粉尘具有爆炸性。

1. 金属，如镁粉、铝粉、锰粉。
2. 煤炭，如活性炭和煤粉。
3. 粮食，如面粉、淀粉。
4. 合成材料，如塑料、染料。
5. 饲料，如血粉、鱼粉。
6. 农副产品，如棉花、烟草。
7. 林产品，如纸粉、木粉等。

粉尘爆炸特点 悬浮于空气中的粉尘受热时，尘粒表面的分子由于热分解或干馏作用，挥发出气体，与空气混合形成爆炸性混合物。因此，粉尘爆炸实质上是气体爆炸。它具有下列特征：

1. 飞扬悬浮于空气中的粉尘与空气组成的混合物，也和气体或蒸气混合物一样，具有爆炸下限和爆炸上限。

2. 粉尘与空气的混合物的爆炸反应也是一种连锁反应，即在火源作用下，产生原始小火球，随着热和活性中心的发展和传播，火球不断扩大而形成爆炸。

3. 与气体混合物的爆炸相比较，粉尘混合物的爆炸有下列特点：粉尘混合物爆炸时，其燃烧并不完全，这是和气体或蒸气混合物有不同之处，例如煤粉爆炸时，燃烧的基本是所分解出来的气体产物，灰渣是来不及燃烧的。

4. 粉尘爆炸有产生二次爆炸的可能性，因为粉尘初次爆炸的气浪会将沉积的粉尘扬起，在新的空间形成达到爆炸极限的混合物，而产生二次爆炸，这种连续爆炸会造成极严重的破坏。

5. 爆炸的感应期较长，粉尘的燃烧过程比气体的燃烧过程复杂，有的要经过尘粒表面的分解或蒸发阶段，有的要有一个由表面向中心延烧的过程，因而感应期较长，可达数十秒，为气体的数十倍。

6. 粉尘点火的起始能量大，达10 J数量级，为气体的近百倍。粉尘爆炸会产生两种有毒气体，一种是一氧化碳；另一种是爆炸物(如塑料)自身分解的毒性气体。

爆炸极限 粉尘爆炸极限是以其在混合物中所占质量比(质量浓度)表示的(g/m^3)。

1. 粉尘混合物的爆炸危险性是以其爆炸浓度下限(g/m^3)来表示的。这是因为粉尘混合物达到爆炸下限时所含固体物已相当多,以云一样(尘云)的形状飘浮于空中。这样高的浓度通常只有设备内部或直接接近它的发源地空间才能达到。至于爆炸上限,因为浓度太高,以致大多数场合都不会达到,所以没有实际意义,例如糖粉的爆炸上限是13 500 g/m^3。

2. 粉尘混合物的爆炸下限不是固定不变的,它的变化与下列因素有关:分散度、湿度、火源的性质、可燃气含量、氧含量、惰性粉尘和灰分、温度等。

影响粉尘爆炸危险性因素 一般是分散度越高,可燃气体和氧的含量越大,火源强度、原始温度越高、湿度越低和惰性粉尘及灰分越少,爆炸范围也就越大。

1. 粒度越细的粉尘,其单位体积的表面积越大,越容易飞扬,所需点火能量小,所以容易发生爆炸。

2. 随着空气中氧含量的增加,爆炸浓度范围则扩大。有关资料表明,在纯氧中的爆炸浓度下限能下降到只有空气中的1/3~1/4。

3. 当尘云与可燃气体共存时,爆炸浓度相应下降而且点火能量也有一定程度的降低,因此,可燃气体的存在会大大增加粉尘的爆炸危险。

4. 爆炸性混合物中的惰性粉尘和灰分有吸热作用,例如煤粉中含11%的灰分时可发生爆炸,而当灰分达到15%~30%时,就很难爆炸了。

5. 空气中的水分除了吸热作用之外,水蒸气还占据空间,稀释了氧含量而降低粉尘的燃烧速度,而且水分增加了粉尘的凝聚沉降,使爆炸浓度不易出现。

6. 当温度和压力增加时,爆炸浓度极限范围扩大,所以点火能量减小。

7. 适当增湿、清除积尘、缩小粉尘扩散范围和控制火源等,是粉尘防爆的重要措施。

yanghuaji texing

【氧化剂特性】 凡能氧化其他物质,亦即在氧化—还原反应中得到电子的物质称为氧化剂。无机化学反应中,可以由电子的得失或化合价的变化来判断氧化—还原反应。但在有机化学反应中,由于大多数有机化合物,都是以共价键组成的,它们分子内的原子间没有明显的电子得失,很少有化合价的变化。所以在有机化学反应中常把与氧的化合或失去氢的反应称为氧化反应,而将与氢的化合或失去氧的反应,称为还原反应。把在反应中失去氧或获得氢的物质称为氧化剂,把获得氧或失去氢的物质称为还原剂。

分类 各种氧化剂的氧化性能强弱有所不同,有的氧化剂很容易得到电子,有的则不容易得到电子。有以下两种分类法:

1. 氧化剂按化学组成分为无机氧化剂和有机氧化剂两大类。

2. 每类氧化剂按氧化能力强弱,又各分为两级。

危险性

1. 易产生原子氧。有些氧化剂的分子含有过氧基(—O—O—),性质很不稳定,其分子容易分解出强氧化性的原子氧。当过氧化物遇水或酸的时候,便立即发生反应,有过氧化氢生成,过氧化氢更容易分解为水和原子氧,如无机氧化剂过氧化钠的反应如下:

$$Na_2O_2 + 2H_2O = 2NaOH + H_2O_2$$
$$Na_2O_2 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O_2$$
$$H_2O_2 = H_2O + [O]$$

原子氧有很强的氧化性,遇易燃物质或还原剂很容易引起燃烧或爆炸。如果不与其他物质作用,原子氧便自行结合,生成氧气:

$$[O] + [O] = O_2$$

氧气的助燃作用,会促使引起火灾和爆炸。无机氧化剂和有机氧化剂中,都有不少过氧化物类的氧化剂,有机氧化剂由于含有过氧基,受到光和热的作用,容易分解析出氧,常因此发生燃烧和爆炸。如过氧化苯甲酰$(C_6H_5CO)_2O_2$,受热、摩擦、撞击就发生爆炸,与硫酸能发生剧烈反应,引起燃烧并放出有毒气体。

2. 硝酸盐类。氧化剂的硝酸盐分子中含有硝酸根离子(NO_3^-),硝酸根离子中的氮化合价是+5价,这种高价态氮离子很容易获得电子使化合价降低,加上硝酸盐一般不太稳定,易分解,所以这类氧化剂的氧化性通常是很强的,不少硝酸盐被列入一级氧化剂。如硝酸钾、硝酸锂、硝酸脲[$CO(NH_2)_2HNO_3$]等。以硝酸钾为例,在受热时分解为亚硝酸钾和原子氧,遇易燃品或还原剂时容易发生燃烧或爆炸,并且还可以促使硝酸盐的进一步分解,从而扩大其危险性。原子氧在不进行其他反应时便立即自行结合为氧气。

3. 其他盐类和氧化物。除上述硝酸盐类外,还有高锰酸盐类、氯的含氧酸及其盐类、卤素含氧酸及其盐类等,这些氧化剂中含有高价态锰离子(Mn^{7+}),高价态氯离子(Cl^{1+}, Cl^{3+}, Cl^{5+}, Cl^{7+})等,也都容易获得电子变为低价态。还有一些性质不稳定的氧化物,如氧化银(Ag_2O),五氧化二碘(I_2O_5)等,易分解析出氧气。

4. 氧化剂氧化性强弱的规律,对于元素来说,一般是非金属性强,其氧化性就越强。因为非金属元素具有获得电子的能力,如I_2、Br_2、Cl_2、F_2等元素的氧化性分别依次增强;离子所带的正电荷越多,越容易获得电子,氧化性也就越强。如四价锡离子(Sn^{4+})比二价锡离子(Sn^{2+})具有更强的氧化性;化合物中若含有高价态的元素,而且这个元素化合价越高,其氧化性就越强。如氨(NH_3)中的氮是-3价,亚硝酸钠($NaNO_2$)中的氮是+3价,硝酸钠($NaNO_3$)中的氮是+5价,则它们的氧化性分别依次增强。

5. 氧化剂的危险性综合起来主要有以下几方面：

(1)氧化性或助燃性　氧化剂具有强烈的氧化性能，如接触易燃物、有机物或还原剂时，能发生氧化反应，剧烈时会引起燃烧。

(2)燃烧爆炸性　许多氧化剂，特别是有机氧化剂，当它们受热、撞击、摩擦等作用时，容易迅速分解，产生大量气体和热量，因此有引起爆炸的危险。大多数有机氧化剂是可以燃烧的，在遇明火或其他爆炸力作用下，容易引起火灾。

(3)毒害性和腐蚀性　许多氧化剂不仅本身有毒，而且在发生变化后能产生毒害气体，例如三氧化铬(铬酸)既有毒性也有腐蚀性。活泼金属的过氧化物、各种含氧酸等，有很强的腐蚀性，能够灼伤皮肤和腐蚀其他物品。

防护原则

1. 氧化剂在贮存和运输时，应防止受热、摩擦、撞击。在贮运中应注意通风降温，不摔碰、不拖拉、不翻滚、不剧烈摩擦及远离热源、电源等。

2. 有些氧化剂遇水(如过氧化物)、遇酸(如含氧酸盐)能降低它们的稳定性和增强氧化性，对此类氧化剂在贮运时应注意通风干燥、防潮湿，并且应与酸碱还原剂、可燃粉状物等隔离，防止发生火灾和爆炸。

ziranxing wuzhi texing

【自燃性物质特性】　凡是无需明火作用，由于本身氧化反应或受外界温度、湿度影响受热升温就能达到自燃点而自行燃烧的物质，均称为自燃性物质。

分类　自燃性物质都是比较容易氧化的。在着火之前所进行的是缓慢的氧化作用，而着火时进行的是剧烈的氧化反应。根据自燃的难易程度及危险性大小，自燃性物质可分两类：

1. 一级自燃物质。此类物质与空气接触极易氧化、反应速度快，同时，它们的自燃点低，易于自燃，其火灾危险性大。例如黄磷、铝铁熔剂等。

2. 二级自燃物质。此类物质与空气接触的氧化速度缓慢，自燃点较低，如果通风不良，积热不散也能引起自燃，例如油污、油布等含有油脂的物品。

火灾危险性及灭火基本原则　自燃性物质的化学组成不同，以及影响自燃的条件(如温度、湿度、助燃物、含油量、杂质、通风条件等)不同，因此有各自不同的特征。

1. 化学性质活泼，自燃点低，易氧化而引起自燃着火。例如黄磷，它是一种淡黄色蜡状的半透明固体，非常容易氧化，自燃点很低，只有34 ℃左右，即使在通常温度下，置于空气中也能很快引起自燃。黄磷不与水发生作用，所以，通常都把黄磷浸没在水里贮存和运输。如果在运输时，发现包装容器破损渗漏，或水位减少，不能浸没全部黄磷时，应立即加水和换装处理，否则会很快引起火灾。如遇有黄磷着火情况，可用长柄铁夹等工具把燃着的黄磷投入盛有水的桶中即可消除事故，但不可用高压水枪冲击着火的黄磷，以防被水冲散的黄磷会扩大火势。

2. 化学性质不稳定，容易发生分解而导致自燃。如硝化纤维及其制品，由于本身含有硝酸根(NO_3^-)，化学性质很不稳定，在常温下就能于空气中缓慢分解，在阳光作用下及受潮会加快氧化速度，析出一氧化氮(NO)。一氧化氮不稳定，会在空气中与氧化合生成二氧化氮，而二氧化氮会与潮湿空气的水化合生成硝酸或亚硝酸，进一步加速硝化纤维及其制品的分解，放出的热量也就越来越多，当温度达到自燃点(120～160 ℃)时，即发生自燃。燃烧速度极快，并能产生有毒和刺激性气体。

硝化纤维及其制品着火时，可用泡沫和水进行扑救，但表面的火扑灭后，物质内部因有大量氧还会继续分解，仍有复燃的可能性。所以，应及时将灭火后的物质深埋。

3. 有些自燃性物质的分子具有高的键能，容易在空气中与氧化合发生氧化作用。某些自燃性物质的分子中，含有较多的不饱和双键(—C═C—)，因而在空气中容易与氧气发生氧化作用，并放出热量，如果通风不良，热量聚集不散，就会逐渐达到自燃点而引起自燃。例如桐油的主要成分是桐油酸甘油酯，其分子含有三个双键，化学性质很不稳定。经制成油纸、油布、油绸等自燃性物质之后，桐油和空气中氧接触的表面积大大增加，在空气中缓慢氧化析出的热量增多，加上堆放、卷紧的油纸、油布、油绸等散热不良，造成积热不散，温度升高到自燃点而引起自燃。尤其是空气潮湿的情况下，更易促使发生自燃。因此，自燃性物质中的二级自燃物质，常用分格的透笼箱作包装箱，目的是把自燃物品中的经氧化而释放出的热量，不断地散逸掉，不致造成热量的聚积不散现象，避免发生自燃引起火灾。

yushui ranshao wuzhi ranbao texing

【遇水燃烧物质燃爆特性】　凡遇水或与潮气接触能分解产生可燃气体，同时放出热量而引起可燃气体的燃烧或爆炸的物质，均称为遇水(湿)燃烧物质。这类物质还能与酸或氧化剂发生反应，而且往往比遇水发生的反应更为剧烈，其着火爆炸的危险性更大。

发生火灾与爆炸的危险性

1. 遇水燃烧物质引起着火有两种情况：

(1)遇水发生剧烈的化学反应，释放出的高热能把反应产生的可燃气体加热至自燃点，不经点火也会着火燃烧。如金属钠、碳化钙等。碳化钙与水化合的反应式如下：

$$CaC_2 + 2H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2 + Q$$

反应的热量在积热不散的条件下，能引起乙炔自燃爆炸：

$$2C_2H_2 + 5O_2 = 4CO_2 + 2H_2O + Q$$

(2)遇水能发生化学反应，但释放出的热量较少，不足以把反应产生的可燃气体加热至自燃点。不过，当可燃气体一旦接触火源也会立即着火燃烧，如氢化钙、保险粉等。

2. 遇水燃烧物质引起爆炸有下列情况：

(1)遇水燃烧物质在容器内与水或空气中的水蒸气作用，放出可燃气体和热量并与容器内空气形成爆炸性混合气而发生爆炸，或因气体体积膨胀，使压力逐渐增大，或在受热、翻滚、撞击、摩擦、振动等外力作用下，造成胀裂而引起爆炸，如电石桶的爆炸。

(2)由于燃烧物质与水作用，发生剧烈的化学反应，释放出的可燃气体迅速与周围空气混合达到爆炸极限，由于自燃(反应释放出热量的加热)或遇明火而引起爆炸，如金属钠、钾等。

分类 根据遇水或受潮后发生反应的剧烈程度和危险性大小，可分为一、二两级。

1. 一级遇水燃烧物质。这类物质遇水或潮气立即发生剧烈反应，单位时间内产生可燃气体多而且放出大量热量，容易引起燃烧爆炸。属于这类危险品的主要有活泼金属如钠、钾、铷、锶、铯、钡等及其氢化物、硫的金属化合物、磷化物和硼烷等。

2. 二级遇水燃烧物质。这类物质遇水发生的反应比较缓慢，放出的热量比较少，产生的可燃气体一般需在火源作用下才能引起燃烧。

属于二级遇水燃烧物质的有金属钙、锌粉、低硫酸钠、氢化铝、硼氢化钾等。

在生产、贮存中，将所有遇水燃烧物质划为甲类火灾危险。

防火防爆基本原则 遇水或遇酸燃爆是遇水燃烧物质共同具有的危险性，其防范的安全原则有：

1. 在贮存、运输和使用时，应注意防水、防潮、防雨雪。

2. 遇水燃烧物质着火时，不准用水或酸碱泡沫灭火剂扑救。酸碱泡沫灭火机是利用碳酸氢钠溶液和硫酸溶液的作用，产生二氧化碳气体进行灭火的。这些灭火剂是以溶液为药剂的，溶液中含有大量的水，所以，用这两种灭火剂来扑救遇水燃烧物质的火灾是不适宜的。

3. 不少遇水燃烧物质能够与酸起作用生成可燃气体，而且反应剧烈。例如把少量锌粉撒到水里去，并不会发生剧烈反应，但是如果把少量锌粉撒到酸中，即使是较稀的酸，也会立即有大量氢气泡显出，反应非常激烈。又如金属钠、氢化钡等与硫酸反应生成氢气，碳化钙和硫酸反应生成乙炔等。由酸碱灭火器和泡沫灭火器喷射出来的喷液中，多少都会含有未作用的残酸，因此，用这类灭火器补救遇水燃烧物质的火灾，犹如火上加“油”，会引起更大危险。

4. 遇水燃烧物质的火灾应用干砂、干粉灭火剂、二氧化碳灭火剂等进行扑救。

5. 有的遇水燃烧物质与水作用的生成物(如磷化物)除易燃性外，还有毒性；有的虽然与水接触，反应不很激烈，放出热量不足以使产生的可燃气体着火，但遇外来火源还是有着火爆炸的危险性。其安全原则是：贮运场所应当通风散热良好，严禁与火源接近。

baozhaxing wuzhi ranbao texing

【爆炸性物质燃爆特性】 凡是受到高热、摩擦、撞击或受其他物质激发能瞬间起分解或复分解的化学反应，并以机械功的形式在极短时间内释放出大量能量和气体的物质，统称为爆炸性物质。

分类 按组成分为两大类。

1. 爆炸化合物。它具有一定的化学组成，在分子中含有一种爆炸基团(例如叠氮化合物的爆炸基团—N═N═N—)，这种基因很不稳定，当受到外界能量作用时，容易被活化，从而激起爆炸反应。根据这类物质的化学结构或爆炸基团，可分为10种，见下表。

爆炸化合物按化学结构的分类

序号	爆炸化合物名称	爆炸性原子团	举例
1	硝基化合物		四硝基甲烷、三硝基甲苯
2	硝酸酯		硝化甘油、硝化棉
3	硝胺		黑索金、特屈儿
4	叠氮化合物	—N═N═N—	叠氮化铅、叠氮化钠
5	重氮化合物	—N═N—	二硝基重氮酚
6	雷酸盐	—N═C	雷汞、雷酸银
7	乙炔化合物	—C≡C—	乙炔银、乙炔汞
8	过氧化物和臭氧化物	—O—O—和—O—O—O—	过氧化二苯、臭氧

续表

序号	爆炸化合物名称	爆炸性原子团	举例
9	氮的卤化物	$—NX_2$	氯化氮、溴化氮
10	氯酸盐和高氯酸盐		氯酸铵、高氯酸铵

2. 爆炸混合物。是由两种或两种以上爆炸组分经机械混合而成的,例如硝铵炸药、黑色火药等。

爆炸性物质按用途分为起爆药、爆破药、发射药和烟火剂四种。起爆药主要作为引爆剂,用来激发次级炸药的爆轰。其特点是感度较高,在很小的能量作用下就容易爆轰,而且从燃烧到爆炸的时间非常短。常用的起爆药有雷汞、叠氮铅和二硝基重氮酚。爆破药是用来破坏障碍物的炸药,对外力作用的感度较低,一般都需要起爆药来引爆。常用的爆破药有 TNT、黑索金、硝铵炸药等。发射药主要用作爆竹、枪弹或火箭的推进剂,它们的主要变化形式是迅速燃烧,如黑火药和硝化棉火药等。烟火剂是一些成分不定的混合物,其主要成分有氧化剂、可燃剂和显现颜色的添加剂。它们的主要变化形式是燃烧,在特殊情况下也能爆轰。常用的烟火剂有照明剂、信号剂、燃烧剂、发烟剂等,用来装填照明弹、燃烧弹、信号弹、烟幕弹等。

炸药爆炸性能

1. 感度。炸药的感度又称为敏感度,是指炸药在外界能量(如热能、电能、光能、机械能及起爆能等)的作用下发生爆炸变化的难易程度,是衡量爆炸稳定性大小的一个重要标志。通常是以引起爆炸变化的最小外界能量来表示的,这个最小的外能习惯上称之为引爆冲能。很显然,所需的引爆冲能越小,其敏感度越高,反之则越低。

2. 威力。是指炸药爆炸时做功的能力,亦即对周围介质的破坏能力。爆炸时产生的热量越大,气态产物生成量越多,爆温越高,其威力也就越大。

测定炸药的威力,通常采用铅铸扩大法。即以一定量(10 g)的炸药,装于铅铸的圆柱形孔内爆炸,测量爆炸后圆柱形孔体积的变化,以其体积增量(以毫升计)作为炸药的威力数值。

3. 猛度。是指炸药在爆炸后爆轰产物对周围物体破坏的猛烈程度,用来衡量炸药的局部破坏能力。猛度越大,则表示该炸药对周围介质的粉碎破坏程度越大。猛度的测量是用50 g炸药放置在铅柱上,以其在爆炸后被压缩而减少的高度数值(以毫米计)表示。

4. 殉爆。就是当一个炸药药包爆炸时,可以使位于一定距离处,与其没有什么联系的另一个炸药药包也发生爆炸的现象。起始爆炸的药包称为主发药包,受它爆炸影响而爆炸的药包称为被发药包。因主发药包爆炸而能引起被发药包爆炸的最大距离,称为殉爆距离。引起殉爆的主要原因是主发药包爆炸而引起的冲击波的传播作用,离药包的爆炸点越近,冲击波的强度越高;反之,则冲击波的强度越弱。

5. 安定性。指炸药在一定贮存期间内,不改变其物理性质、化学性质和爆炸性质的能力。

shengchan he chucun an huozai weixianxing fenlei

【生产和贮存按火灾危险性分类】 将生产车间和库房按燃爆危险性进行分类,是采取有效防火与防爆措施的重要依据。

1. 生产的火灾危险性分类见表1。

表1　生产的火灾危险性分类

生产类别	火灾危险性特征
甲	(1)闪点<28 ℃的易燃液体 (2)爆炸下限<10%的可燃气体 (3)常温下能自行分解或在空气中氧化,即能导致迅速自燃或爆炸的物质 (4)常温下受到水或空气中水蒸气的作用,能产生可燃气体并引起燃烧或爆炸的物质 (5)遇酸、受热、撞击、摩擦以及遇有机物或硫磺等易燃的无机物,极易引起燃烧或爆炸的强氧化剂 (6)受撞击、摩擦或与氧化剂、有机物接触时能引起燃烧或爆炸的物质 (7)在压力容器内物质本身温度超过自燃点的生产
乙	(1)28 ℃≤闪点<60 ℃的易燃、可燃液体 (2)爆炸下限≥10%的可燃气体 (3)助燃气体和不属于甲类的氧化剂 (4)不属于甲类的化学易燃危险固体 (5)生产中排出浮游状态的可燃纤维或粉尘,并能与空气形成爆炸性混合物者
丙	(1)闪点≥60 ℃的可燃液体 (2)可燃固体
丁	(1)对非燃烧物质进行加工,并在高热或熔化状态下经常产生辐射热、火花或火焰的生产 (2)利用气体、液体、固体作为燃料或将气体、液体进行燃烧作其他用的各种生产 (3)常温下使用或加工难燃烧物质的生产
戊	常温下使用或加工非燃烧物质的生产

2. 贮存物品的火灾危险性分类见表2。

3. 禁止一起贮存的物品见表3。

表2　　贮存物品的火灾危险性分类

贮存物品类别	火灾危险性特征	贮存物品类别	火灾危险性特征
甲	(1)常温能全部或局部自行分解导致自燃或爆炸的物质 (2)受到水或空气中氧的作用能燃烧或爆炸的物质 (3)具有强烈氧化性,遇有机物或硫磺等无机物极易燃烧或爆炸的氧化剂 (4)遇酸、受热、强烈冲击或摩擦时能燃烧或爆炸的物质 (5)闪点≤28 ℃的易燃物 (6)爆炸下限≤10%的可燃气体 (7)常温下受到水或空气中水蒸气的作用能生成爆炸下限≤10%的可燃气体的固体物质	乙	(1)不属于甲类火灾危险的化学易燃固体 (2)28 ℃ < 闪点≤120 ℃的易燃、可燃气体 (3)不属于甲类的氧化剂 (4)助燃气体 (5)爆炸下限 > 10%的可燃气体 (6)常温下与空气接触能缓慢氧化积热不散而自燃的物质
		丙	(1)闪点 > 120 ℃的可燃液体 (2)固体可燃物
		丁	难燃烧物品
		戊	非燃烧物品

表3　　禁止一起贮存的物品

组别	物　品　名　称	不准一起贮存的物品种类	备　　注
1	爆炸物品:苦味酸、TNT、火棉、硝化甘油、硝酸铵炸药、雷汞等	不准与任何其他种类的物品共贮,必须单独隔离贮存	起爆药如雷管等,与炸药必须隔离贮存
2	易燃液体:汽油、苯、二硫化碳、丙酮、乙醚、甲苯、酒精(醇类)、硝基漆、煤油	不准与其他种类物品共同贮存	如数量甚少,允许与固体易燃物品隔开后贮存
3	易燃气体:乙炔、氢、氯化甲烷、硫化氢、氨等	除惰性不燃气体外,不准和其他种类的物品共同贮存	
	惰性气体:氮、二氧化碳、二氧化硫、氟里昂等	除易燃气体、助燃气体、氧化剂和有毒物品外,不准和其他种类物品共同贮存	
	助燃气体:氧、氟、氯等	除惰性不燃气体和有毒物品外,不准和其他物品共同贮存	氯兼有毒害性
4	遇水或空气能自燃的物品:钾、钠、电石、磷化钙、锌粉、铝粉、黄磷等	不准与其他种类的物品共同贮存	钾、钠须浸入煤油中,黄磷浸入水中,均单独贮存
5	易燃固体:赛璐珞、影片、赤磷、萘、樟脑、硫磺、火柴等	不准与其他种类的物品共同贮存	赛璐珞、影片、火柴均须单独隔离贮存
6	氧化剂: 能形成爆炸混合物的物品:氯酸钾、氯酸钠、硝酸钾、硝酸钠、硝酸钡、次氯酸钙、亚硝酸钠、过氧化钡、过氧化钠、过氧化氢(30%)等	除惰性气体外,不准和其他种类的物品共同贮存	过氧化物遇水有发热爆炸危险,应单独贮存。过氧化氢应贮存在阴凉处所
	能引起燃烧的物品:溴、硝酸、铬酸、高锰酸钾、重铬酸钾	不准和其他种类物品共同贮存	与氧化剂亦应隔离
7	有毒物品:光气、氰化钾、氰化钠等	除惰性气体外,不准和其他种类的物品共同贮存	

108zhong wuzhi de ranshao baozha canshu
【108种物质的燃烧爆炸参数】 生产上和生活中广泛使用的物质着火爆炸技术参数见下表:

108种物质的燃烧爆炸参数

序号	名　称	爆炸危险度	最大爆炸压力(10^5Pa)	爆炸下限(%)	爆炸上限(%)	蒸气相对密度(空气为1)	闪点(℃)	自燃点(℃)
1	氢	17.9	7.4	4.0	75.6	0.07	气态	560
2	一氧化碳	4.9	7.3	12.57	74.0	0.97	气态	605
3	二硫化碳	59.0	7.8	1.0	60.0	2.64	<-20	102
4	硫化氢	9.9	5.0	4.3	45.5	1.19	气态	270
5	呋喃	5.2	—	2.3	14.3	2.35	<-20	390
6	噻吩	7.3	—	1.5	12.5	2.90	-9	395
7	吡啶	5.2	—	1.7	10.6	2.73	17	550
8	尼古丁	4.7	—	0.7	4.0	5.60	—	240
9	萘	5.5	—	0.9	5.9	4.42	80	540
10	顺萘	6.0	—	0.7	4.9	4.77	61	260
11	四乙基铅	—	—	1.6	—	11.10	80	—
12	城市煤气	6.5	7.0	4.0	30.0	0.50	气态	560
13	标准汽油	5.4	8.5	1.1	7.0	3.20	<-20	260
14	照明煤油	12.3	8.0	0.6	8.0	—	≥40	220
15	喷气机燃料	10.7	8.0	0.6	7.0	5.00	<0	220
16	柴油	9.8	7.5	0.6	5.0	7.00	—	—
17	甲烷	2.0	7.2	5.0	15.0	0.55	气态	595
18	乙烷	3.2	—	3.0	12.5	1.04	气态	515
19	丙烷	3.5	8.6	2.1	9.5	1.56	气态	470
20	丁烷	4.7	8.6	1.5	8.5	2.05	气态	365
21	戊烷	4.6	8.7	1.4	7.8	2.49	<-20	285
22	己烷	4.8	8.7	1.2	6.9	2.79	<-20	240
23	庚烷	2.1	8.6	1.1	6.7	3.46	-4	215
24	辛烷	5.0	—	0.8	6.5	3.94	12	210
25	壬烷	7.0	—	0.7	5.6	4.43	31	205
26	癸烷	6.7	7.5	0.7	5.4	4.90	46	205
27	硝基甲烷	7.9	—	7.1	63.0	2.11	36	415
28	氯甲烷	1.6	—	7.1	18.5	1.78	气态	625
29	二氯甲烷	0.7	5.0	13.0	22.0	2.93	—	605
30	氯乙烷	3.1	—	3.6	14.8	2.22	气态	510
31	二氯乙烷	1.6	—	6.2	16.0	3.42	13	440
32	正氯丁烷	4.5	8.8	1.8	10.1	3.20	-12	245
33	甲基戊烷	4.8	—	1.2	7.0	2.97	<-20	300
34	二乙基戊烷	7.1	—	0.7	5.7	4.43	—	290
35	环丙烷	3.3	—	2.4	10.4	1.45	气态	495

续表

序号	名　　称	爆炸危险度	最大爆炸压力(10^5Pa)	爆炸下限(%)	爆炸上限(%)	蒸气相对密度(空气为1)	闪点(℃)	自燃点(℃)
36	环丁烷	—	—	1.8	—	1.93	气态	—
37	环己烷	5.9	8.6	1.2	8.3	2.90	-18	260
38	环氧乙烷	37.5	9.9	2.6	100.0	1.52	气态	440
39	乙烯	9.6	8.9	2.7	28.5	0.97	气态	425
40	丙烯	4.9	8.6	2.0	11.7	1.49	气态	455
41	丁烯	4.8	—	1.6	9.3	1.94	气态	440
42	戊烯	5.2	—	1.4	8.7	2.42	< -20	290
43	丁二烯	8.1	7.0	1.1	10.0	1.87	气态	415
44	苯乙烯	4.5	6.6	1.1	6.1	3.59	32	490
45	氯丙烯	2.6	—	4.5	16.0	2.63	< -20	—
46	顺式二丁烯	4.7	—	1.7	9.7	1.94	气态	—
47	乙炔	53.7	103.0	1.5	82.0	0.90	气态	335
48	丙炔	—	—	1.7	—	1.38	气态	—
49	丁炔	—	—	1.4	—	1.86	< -20	—
50	苯	57.0	9.0	1.2	8.0	2.70	-11	555
51	甲苯	4.8	6.8	1.2	7.0	3.18	6	535
52	乙苯	6.8	—	1.0	7.8	3.66	15	430
53	丙苯	6.5	—	0.8	6.0	4.15	39	450
54	丁苯	6.3	—	0.8	5.8	4.62	—	410
55	二甲苯	5.4	7.8	1.1	7.0	3.66	25	525
56	三甲苯	5.4	—	1.1	7.0	4.15	50	485
57	三联苯	3.9	—	0.7	3.4	5.31	113	570
58	甲醇	7.0	7.4	5.5	44.0	1.10	11	455
59	乙醇	3.3	7.5	3.5	15.0	1.59	12	425
60	丙醇	5.4	—	2.1	13.5	2.07	15	405
61	丁醇	6.1	7.5	1.4	10.0	2.55	29	340
62	异戊醇	5.7	—	1.2	8.0	3.04	-30	—
63	乙二醇	15.6	—	3.2	53.0	2.14	111	410
64	氯乙醇	2.2	—	5.0	16.0	2.78	55	425
65	甲基丁醇	4.5	—	1.2	8.0	3.04	34	340
66	甲醛	9.4	—	7.0	73.0	1.03	气态	—
67	乙醛	13.3	7.3	4.0	57.0	1.52	< -20	140
68	丙醛	8.1	—	2.3	21.0	2.00	< -20	—
69	丁醛	7.9	6.6	1.4	12.5	2.48	< -5	230
70	苯甲醛	—	—	1.4	—	3.66	64	190
71	丁烯醛	6.4	—	2.1	15.5	2.41	13	230
72	糠醛	8.2	—	2.1	19.3	3.31	60	315

续表

序号	名称	爆炸危险度	最大爆炸压力 (10^5Pa)	爆炸下限 (%)	爆炸上限 (%)	蒸气相对密度 (空气为1)	闪点 (℃)	自燃点 (℃)
73	甲酸甲酯	3.0	—	5.0	20.0	2.07	< -20	450
74	甲酸乙酯	4.0	—	2.7	13.5	2.55	20	440
75	甲酸丁酯	3.7	—	1.7	8.0	3.52	18	320
76	甲酸异戊酯	4.9	—	1.7	10.0	4.01	22	320
77	乙酸甲酯	4.2	8.8	3.1	16.0	2.56	-10	475
78	乙酸乙酯	4.5	8.7	2.1	11.5	3.04	4	460
79	乙酸丙酯	3.7	—	1.7	8.0	3.52	-10	—
80	乙酸丁酯	5.3	7.7	1.2	7.5	4.01	25	370
81	乙酸异戊酯	9.0	—	1.0	10.0	4.49	25	380
82	丙酸甲酯	4.4	—	2.4	13.0	3.30	-2	465
83	异丁烯酸甲酯	5.0	7.7	2.1	12.5	3.45	10	430
84	硝酸乙酯	—	>10.5	3.8	—	3.14	10	—
85	二甲醚	5.2	—	3.0	18.6	1.59	气态	240
86	甲乙醚	4.1	8.5	2.0	10.1	2.07	气态	190
87	乙醚	20.0	9.2	1.7	36.0	2.55	< -20	170
88	二乙烯醚	14.9	—	1.7	27.0	2.41	< -20	360
89	二异丙醚	20.0	8.5	1.0	21.0	3.53	< -20	405
90	二正丁基醚	8.4	—	0.9	8.5	4.48	25	175
91	丙酮	4.2	5.5	2.5	13.0	2.00	< -20	540
92	丁酮	4.3	8.5	1.8	9.5	2.48	-1	505
93	环己酮	4.2	—	1.3	9.4	3.38	43	430
94	氰	43.0	—	6.0	32.0	1.80	气态	—
95	氰氢酸	7.6	9.4	5.4	46.6	0.93	< -20	535
96	乙腈	—	—	3.0	—	1.42	2	525
97	丙腈	—	—	3.1	—	1.90	2	—
98	丙烯腈	9.0	—	2.8	28.0	1.94	< -20	—
99	氨	0.9	6.0	15.0	28.0	0.59	气态	630
100	甲胺	3.1	—	5.0	2.07	1.07	气态	475
101	二甲胺	4.1	—	2.8	14.4	1.55	气态	400
102	三甲胺	4.8	—	2.0	11.6	2.04	气态	190
103	乙胺	3.0	—	3.5	14.0	1.55	气态	—
104	二乙胺	4.9	—	1.7	10.1	2.53	< -20	310
105	丙胺	4.2	—	2.0	10.4	2.04	< -20	320
106	二甲基联胺	7.3	—	2.4	20.0	2.07	-18	240
107	乙酸	3.3	54.0	4.0	17.0	2.07	40	485
108	樟脑	6.5	—	0.6	4.5	5.24	66	250

四、卫生工程

(一)防尘工程

fenchen
【粉尘】 粉尘是指在生产过程中产生的能较长时间悬浮于气体中的固体粒子。

粉尘的分类 粉尘可以根据许多特征进行分类。按照通常的分类方法,可以分为下列几种:

1. 按粉尘的成分可分为:

(1)无机粉尘 包括矿物性粉尘(如石英、石棉、滑石、石灰石粉尘等)、金属性粉尘(如铅、锌、锰、铜、铁、锡粉尘等)和人工无机性粉尘(如金刚砂、水泥、石墨、玻璃粉尘等)。

(2)有机粉尘 包括植物性粉尘(如棉、麻、谷物、烟草、茶叶粉尘等)、动物性粉尘(如兽毛、毛发、骨质、角质粉尘等)和人工有机粉尘(如TNT炸药、有机染料粉尘等)。

(3)混合性粉尘 是指上述两种或多种粉尘的混合物。混合性粉尘在生产环境中会常常遇到,如铸造厂用混砂机混碾物料时产生的粉尘,既有石英砂和黏土粉尘,又有煤尘;又如用砂轮机磨削金属时产生的粉尘,既有金刚砂粉尘,又有金属粉尘。

2. 按粉尘的颗粒大小可分为:

(1)可见粉尘 用眼睛可以分辨的粉尘,粒径大于10 μm。

(2)显微粉尘 在普通显微镜下可以分辨的粉尘,粒径为0.25~10 μm。

(3)超显微粉尘 在超倍显微镜或电子显微镜下才可分辨的粉尘,粒径小于0.25 μm。

微粒,这是近年来提出的名词,各国对其定义不同。如美国、法国定义粒径为3 μm以下的固体粒子为微粒;瑞典定义为7 μm以下;瑞士定义为10 μm以下。微粒概念是随着世界各国对大气质量的要求越来越严格而提出的。在严格排放标准的情况下,不仅需要控制粒径较大的粉尘,而且还要控制微细粒子。

3. 从卫生学角度可分为:

(1)呼吸性粉尘 《车间空气中呼吸性矽尘卫生标准》(GB16225—1996)规定:呼吸性粉尘系指采集的粉尘空气动力学粒径均在7.07 μm以下,而且空气动力学粒径5 μm粉尘的采集率为50%。呼吸性粉尘中游离二氧化硅含量在10%以上者称为呼吸性矽尘。由于呼吸性粉尘能进入人的细支气管到达肺泡,并沉积在肺部,故对人体的健康危害最大。

(2)非呼吸性粉尘 可以分为有毒粉尘(如锰粉尘、铅粉尘等)、无毒粉尘(如铁矿石粉尘等)和放射性粉尘(如铀矿石粉尘等)。

4. 从环境保护角度可分为:

(1)落尘 散入大气中的粉尘,粒径大于10 μm的很快落回地面,称为落尘。

(2)飘尘 散入大气中的粉尘,粒径小于10 μm的叫做飘尘。飘尘中有相当一部分比细菌还小,它可以几小时、几天,甚至几年浮游在大气中。这些微细粉尘一般具有很强的吸附能力,很多有害气体、液体或某些金属元素(如镍、铬、锌等)都能吸附在其上,随着人的呼吸而被带入肺部深处或粘附在支气管的管壁上,引起或加重呼吸器官的各种疾病。另外,飘尘还会降低大气的可见度,促使烟雾的形成,使太阳辐射能的传递受到影响。

5. 按燃烧和爆炸性质可分为:

(1)易燃易爆粉尘,如煤粉尘、硫磺粉尘等。

(2)非易燃易爆粉尘,如石灰、石粉尘等。

6. 按生成原因可分为:

(1)粉尘 指因机械过程而产生的固体粒子,如用破碎机破碎矿石时产生的粉尘即属此类。

(2)烟尘 指因物理化学过程而产生的固体粒子,如锅炉或水泥煅烧窑废气中的烟尘即属此类。

如无特殊说明,则用粉尘这一名词作为总称,也包括烟尘。

产生粉尘的生产过程 许多工业生产部门,例如冶金行业的冶炼厂、烧结厂、耐火材料厂;机械行业的铸造厂;建材行业的水泥厂、石棉制品厂、砖瓦厂;轻工行业的玻璃厂、陶瓷厂;纺织行业的棉纺厂、麻纺厂;电力行业的火力发电厂;化工行业的橡胶厂等等在生产过程中均产生大量粉尘。产生粉尘的生产过程有以下几个方面:

1. 固体物质的机械破碎过程,如用破碎机将矿石破碎或用球磨机将煤块磨成煤粉;

2. 固体表面的加工过程，如用砂轮机磨削刀具或用喷砂清理粘附在铸件表面的粘砂或氧化皮；

3. 粉粒状物料的储运、装卸、混合、筛分及包装过程，如用皮带机和提升机转运物料或向料仓卸料；

4. 粉状物料的成型过程，如用压砖机对模具中的粉料进行冲压使之成型；

5. 物质的加热和燃烧过程以及金属的冶炼和焊接过程，如煤在锅炉中燃烧后所产生的烟气就夹着大量粉尘。锅炉每燃烧1 t煤可产生3 ~ 11 kg的粉尘排放物，而冲天炉每熔化1 t铁液平均要产生7 kg粉尘排放物。

chenyuan

【尘源】 人们习惯把产生粉尘的设备（如破碎机、砂轮机、压砖机、锅炉等）或地点（如喷砂作业点、焊接作业点）叫作尘源。尘源可根据其不同特征进行分类，一般可分为下列几种。

1. 按尘源生成的原因可分为

（1）由机械过程产生的尘源，如物料的装卸、储运、破碎、筛分、包装等过程产生的尘源均属此类。这类尘源产生的粉尘，其粒径范围很广，从细至0.1 μm到数百微米。

（2）由物理化学过程产生的尘源，如物质的加热和燃烧以及金属的冶炼和焊接过程产生的尘源均属此类。这类尘源产生的粉尘，其粒径大都比较细，一般在1 μm以下。如铁合金冶炼过程产生的粉尘，其粒径几乎全在3 μm以下，其中 80% 以上在1 μm以下。

2. 按尘源是否固定可分为

（1）固定尘源，如振动筛、落砂机、球磨机等。

（2）非固定尘源，如悬挂砂轮机、某些焊接作业点等。

3. 按尘源的影响范围可分为

（1）外污染源。这类尘源（如锅炉、冲天炉等）主要污染室外大气，可使用除尘器将其产生的粉尘予以捕集，不使粉尘散发到室外大气中。

（2）内污染源。这类尘源（如落砂机、球磨机、振动筛等）主要污染室内（车间）空气，为此，必须就地对其进行控制，不使粉尘散发到室内。如果是采用通风的方法来控制，还需要设置除尘器，将排出的含尘气体予以净化，使之达到排放标准后再排至室外大气中。

fenchen kuosan

【粉尘扩散】 粉尘之所以构成危害，是由于其在尘源处产生后还会散布到周围空气中，造成粉尘在车间内到处弥漫，危害工人的身体健康。粉尘从尘源处产生后，悬浮于周围空气中并进而扩散蔓延的过程称为粉尘扩散。粉尘扩散可以认为是如下两种气流连续作用造成的结果：一种是伴随生产过程产生的气流，称为一次尘化气流或尘化气流。一次尘化气流将粉状物料扬起，使物料尘化，形成局部含尘空气。另一种是外部空气的流动，称为二次气流。二次气流把局部含尘空气从形成地点带走，使其扩散蔓延。

一次尘化气流的产生一般有以下四种情况：

1. 运动物体诱导的气流。物体或块、粒状物料在空气中高速运动时，能带动周围空气随其流动，这部分气流称为诱导气流。用砂轮机磨削金属零件时，连续产生大量高速运动的磨削尘粒，粗颗粒粉尘产生的诱导气流会夹带着微细粉尘随着粗颗粒粉尘一起向一个方向运动，造成尘化。

2. 剪切作用产生的气流。如铸件在振动落砂机上落砂时，由于落砂机上下往复运动，使疏松的型砂不断受到挤压，因而会把型砂间隙中的空气猛烈挤压出来。当这些气流向外高速运动时，由于气流和型砂之间的剪切作用，带着微细粉尘一起逸出，造成尘化。

3. 综合气流。实际上尘源情况比较复杂，常常遇到上述两种气流综合作用的情况。如粉粒状物料自皮带运输机从高处落下，在下落过程中，既受到诱导气流的作用，又受到剪切气流的作用，这两种气流都会使部分物料飞扬。另外，粉粒状物料落到地面时，由于气流和物料的剪切作用，被物料挤压出来的高速气流会带着微细粉尘向四周飞溅。

4. 热气流。当水泥煅烧窑的下料口或金属浇注设备（场地）周围的空气被加热上升时，会带着粉尘一起运动。

根据资料介绍，当一个粒径为10 μm的水泥尘粒在静止空气中受到机械力作用以5 m/s的初速度抛出后，在距抛射点（即尘源点）约4.5 m处，其速度即降至0.005 m/s（与一般车间内的空气流动速度0.2 ~ 0.3 m/s相比是很小的），很快失去动能。这表明，如果没有其他气流的影响，一次尘化作用给予粉尘的能量是不足以使粉尘在室内散布的，它只能造成局部地点的空气污染，范围有限。造成粉尘进一步扩散，污染车间空气环境的主要原因是室内的二次气流（由于机器设备的振动或转动、车辆的来往、人员的走动以及通风或冷热气流对流而形成的气流）。二次气流带着局部地点的含尘空气在整个车间内流动，使粉尘散布到整个车间。二次气流的方向和速度，决定着粉尘扩散的方向和范围。

通过以上分析可以看出，采取削弱尘化强度、控制一次尘化气流、隔断二次气流和组织吸捕气流等措施，能够有效地防止粉尘扩散。如将这些措施加以具体化，就是密闭尘源；消除正压；削弱飞溅；局部抽风，吹吸结合；气幕隔离；静电抑制；真空清扫和水力消尘等。

fenchen texing

【粉尘特性】 粉尘本身固有的各种物理、化学性质叫做粉尘特性。粉尘具有许多不同的特性，与防尘技术关系密切的有游离二氧化硅含量、密度、粒径和分散度、安置角和滑动角、粘附性、湿润性与水硬性、磨损性、爆炸性、荷电性（带电性）、比电阻等。

游离二氧化硅含量 自然界没有纯粹的硅，它总是以化合物的形式存在，最常见的是二氧化硅(SiO_2)。游离二氧化硅是指不与其他元素的氧化物结合在一起的二氧化硅，如石英。石棉($CaO\cdot3MgO\cdot4SiO_2$)和滑石($3MgO\cdot4SiO_2\cdot H_2O$)中，虽然也有二氧化硅成分，但它是与其他元素的氧化物，如氧化钙(CaO)、氧化镁(MgO)结合在一起的。这种以结合状态存在的二氧化硅，叫做硅酸盐。各种矿石、原料和粉尘的游离二氧化硅含量，可以用化学分析方法(如焦磷酸法)或物理方法(如X射线衍射法、红外线分光光度法等)测定出来。

大量的实验研究和卫生学调查都表明，粉尘中游离二氧化硅含量越高，尘肺的发病时间越短，病变发展速度越快，危害性越大。如吸入含游离二氧化硅70%以上的粉尘时，往往形成以结节为主的弥漫性纤维化，而且发展较快，又易于融合。当粉尘中游离二氧化硅含量低于10%时，则肺内病变以间质性为主，发展较慢且不易融合。

粉尘的密度 粉尘的密度有堆积密度和真密度之分。自然堆积状态下单位体积粉尘的质量称为堆积密度(或称容积密度)，它与粉尘的储运设备和除尘器灰斗容积的设计有密切关系。在粉尘(或物料)的气力输送中也要考虑粉尘的堆积密度。密实状态下单位体积粉尘的质量称为真密度(或称尘粒密度)，它对机械类除尘器(如重力沉降室、惯性除尘器、旋风除尘器)的工作和效率具有较大的影响。例如，对于粒径大、真密度大的粉尘可以选用重力沉降室或旋风除尘器，而对于真密度小的粉尘，即使粒径较大也不宜采用这种类型的除尘器。某些粉尘的真密度和堆积密度列于表1中。

表1　几种工业粉尘的真密度与堆积密度

粉尘名称或尘源	真密度(g/cm^3)	堆积密度(g/cm^3)
滑石粉	2.75	0.59～0.71
烟灰	2.15	1.2
炭黑	1.85	0.04
硅砂粉(105 μm)	2.63	1.55
硅砂粉(30 μm)	2.63	1.45
硅砂粉(8 μm)	2.63	1.15
硅砂粉(0.5～72 μm)	2.63	1.26
电炉	4.5	0.6～1.5
化铁炉	2.0	0.8
黄铜熔解炉	4～8	0.25～1.2
亚铅精炼	5	0.5
铅精炼	6	—
铅二次精炼	3.0	0.3
水泥干燥窑	3	0.6
烟灰(0.7～56 μm)	2.2	1.07
硅酸盐水泥(0.7～91 μm)	3.12	1.5
造型用黏土	2.47	0.72～0.8
烧结矿粉	3.8～4.2	1.5～2.6
氧化铜(0.9～42 μm)	6.4	2.62
锅炉炭末	2.1	0.6
烧结炉	3～4	1.0
转炉	5.0	0.7
铜精炼	4～5	0.2
石墨	2	～0.3
锅[illegible]炉	2.7	1.0
铜再精炼	～6	～1.2
黑液回收	3.1	0.13

粉尘的粒径和分散度 表征粉尘颗粒大小的代表性尺寸叫做粉尘的粒径。对球形尘粒来说，是指它的直径。实际的尘粒大多是不规则的，一般也用"粒径"来衡量其大小，然而此时的尘粒只能根据赋予的定义用某一个有代表性的尺寸作为它的粒径。同一粉尘按不同定义所得的粒径，不但数值不同，应用场合也不一样。因此，在使用粉尘粒径时，必须了解所采用的粒径含义。在选取粒径测定方法时，除需考虑方法本身的精度、操作难易及费用等因素外，还应特别注意测定的目的和应用场合。不同的粒径测定方法，得出不同概念的粒径。因此，在给出或应用粒径分析结果时，还必须说明或了解所用的测定方法。下面介绍几种常用的粉尘粒径：

1. 投影粒径。用显微镜法直接观测时测得的粒径为投影粒径。根据定义不同，分为定向粒径、定向面积等分粒径和投影圆等值粒径。

2. 斯托克斯粒径和空气动力粒径。可用沉降法(如移液管法、沉降天平法等)间接测定得到。

斯托克斯粒径 d_s，指与被测尘粒密度相同、沉降速度相同的球形粒子直径。当尘粒沉降的雷诺数 $Re \leq 1$ 时，按斯托克斯定律，可得到斯托克斯粒径的定义式为：

$$d_s = \sqrt{\frac{18\mu V_s}{g(\rho_c - \rho)}} \quad \text{m}$$

式中 μ——流体动力黏性系数，Pa·s；

V_s——沉降速度，m/s；

g——重力加速度，m/s^2；

ρ_c——尘粒密度，kg/m^3；

ρ——流体密度，kg/m^3。

空气动力粒径 d_a，指与被测尘粒在空气中的沉降速度相同、密度为 $1g/cm^3$($1\ 000\ kg/m^3$)的球形粒子直

径。单位用微米，并记为 μm(A)。

斯托克斯粒径和空气动力粒径是除尘技术中应用最多的两种粒径，原因在于它们皆与尘粒在流体中运动的动力特性有关。如果忽略空气密度 ρ 的影响，由两者的定义，可以得到(ρ_c 的单位用 g/cm^3)空气动力粒径与斯托克斯粒径的关系式为：

$$d_a = d_s \rho_c^{1/2} \quad \mu m(A)$$

3. 分割粒径 d_{c50}。分割粒径又称临界粒径，系指某除尘器能捕集一半的尘粒的直径，即除尘器分级效率为50%的尘粒直径。这是一种表示除尘器性能的很有代表性的粒径。

粉尘的颗粒大小不同，不但对人体和环境的危害不同，而且对粉尘的吸捕方法以及除尘器的除尘机理和性能都有很大影响。所以，粒径是粉尘的最基本特性之一。

粉尘的粒径分布(也称粒径的频率分布)叫做分散度。可用分组(按粉尘粒径大小分组)的质量百分数或个数百分数来表示。前者称为质量分散度，后者称为计数分散度。因质量分散度能反映不同粒径粉尘对人体和除尘器性能的影响，所以在防尘技术中多采用质量分散度。

粉尘的分散度高，即表示小粒径粉尘占的比例大，反之则小。粉尘的分散度不同，对人体的危害以及除尘机理和所采取的除尘方式也不同。因此，掌握粉尘的分散度是评价粉尘危害程度，评价除尘器性能和选择除尘器的基本条件。

粉尘的安置角和滑动角 将粉尘自然地堆放在水平面上，堆积成圆锥体的锥底角称为安置角，也叫休止角、堆积角、安息角。将粉尘置于光滑的平板上，使该板倾斜到粉尘开始滑动时的角度称为滑动角，也叫动安置角。

粉尘的安置角和滑动角是评价粉尘流动性的一个重要指标，它们与粉尘的粒径、含水率、尘粒形状、尘粒表面光滑程度、粉尘粘附性等因素有关，是设计除尘器灰斗或料仓锥度、除尘管道或输灰管道倾斜度的主要依据。

粉尘的粘附性 粉尘之间或粉尘与固体表面(如器壁或管壁等)之间的粘附性质称为粉尘的粘附性。粉尘相互间凝并与粉尘在器壁或管道壁上堆积，都与粉尘的粘附性有关。前者会使尘粒增大，易被各种除尘器所捕集，后者易使除尘设备或管道发生故障和堵塞。粉尘粘附性的强弱取决于粉尘的性质(形状、粒径、含湿量等)和外部条件(空气的温度和湿度、尘粒的运动状况、电场力、惯性力等)。

粉尘的湿润性和水硬性 粉尘粒子被水(或其他液体)湿润难易的性质称为粉尘的湿润性。有的粉尘(如锅炉飞灰、石英砂等)容易被水湿润，与水接触后会发生凝并、增重，有利于从气流中分离，这种粉尘称为亲水性粉尘。有的粉尘(如炭黑、石墨等)很难被水湿润，这种粉尘称为憎水性粉尘。用湿式除尘器处理憎水性粉尘，除尘效率不高。如果在水中加入某些湿润剂(如皂角素、平平加等)，可以减小固液之间的表面张力，提高粉尘的湿润性。有的粉尘(如水泥、石灰)与水接触后，会粘结变硬形成硬垢，这种粉尘称为水硬性粉尘。水硬性粉尘易使湿式除尘器和排水管道结垢堵塞，故不宜采用湿法除尘。

粉尘的磨损性 粉尘的磨损性是指粉尘在流动过程中对器壁或管壁的磨损程度。硬度高、密度大、带有棱角的粉尘磨损性大。粉尘的磨损性与气流速度的2~3次方成正比。为了减轻粉尘的磨损，需要适当地选取除尘管道中的气流速度和壁厚。对磨损性大的粉尘，最好在易于磨损的部位(如管道的弯头、旋风除尘器的内壁等处)采用耐磨材料作内衬，除了一般耐磨涂料外，还可以采用铸石、铸铁等材料。

爆炸危险性粉尘 悬浮在空气中的某些粉尘，当达到一定浓度时，如果存在着能量足够的火源(如火焰、电火花、炽热物体或由于摩擦、振动、碰撞等引起的火花)就会发生爆炸，这类粉尘称为爆炸危险性粉尘。具有爆炸危险的粉尘在空气中的浓度只有在一定范围内才能发生爆炸，这个爆炸范围的最低浓度叫做爆炸下限，最高浓度叫做爆炸上限。粉尘的爆炸上限，由于浓度值过大(如糖粉的爆炸上限浓度为 $13.5kg/m^3$)，在多数场合下都达不到，故设计手册一般只给出粉尘爆炸下限的数值。几种粉尘的爆炸下限见表2。粉尘的粒径越小，此表面积越大，粉尘和空气的湿度越小，爆炸危险性越大。对于有爆炸危险性的粉尘，在通风除尘系统设计时，必须给予充分注意，采取必要的防爆措施。

表2　　粉尘的爆炸下限

粉尘名称	爆炸下限(g/m^3)	粉尘名称	爆炸下限(g/m^3)
铝　粉	58.0	棉　花	25.2
煤　末	114.0	谷仓尘末	227.0
硫　磺	2.3	面　粉	30.2
硫矿粉	13.9	亚麻皮屑	16.7
泥炭粉	10.1	染　料	270.0
木　屑	65.0	烟草末	68.0

粉尘的荷电性 粉尘在其产生和运动过程中，由于相互碰撞、摩擦、放射线照射、电晕放电及接触带电体等原因而带有一定电荷的性质称为粉尘的荷电性。电除尘器就是专门利用粉尘能荷电的特性从含尘气流中捕集粉尘的。在其他除尘器(袋式除尘器、湿式除尘器等)中越来越多地利用粉尘的荷电性来提高对粉尘的捕集性能。然而，粉尘的自然荷电由于具有两种

极性，同时荷电量也很少，故不能满足除尘的需要。因此，为了达到捕集粉尘的目的，往往要利用外加条件使粉尘荷电，最常用的方法是设置专门的高压电场，利用电晕放电使所用的尘粒都充分荷电。

粉尘的比电阻 粉尘的比电阻是指面积为1 cm^2、厚度为1 cm的粉尘层所具有的电阻值，可以通过实测按下式计算：

$$R_b=\frac{U}{I}\frac{F}{\delta}\quad \Omega\cdot cm$$

式中 U——通过粉尘层的电压降，V；

I——通过粉尘层的电流，A；

F——粉尘试样的横断面积，cm^2；

δ——粉尘层的厚度，cm。

粉尘的比电阻对电除尘器的效率有很大的影响，最有利的电捕集范围为 $1\times10^4\sim5\times10^{10}\ \Omega\cdot cm$。当粉尘的比电阻不利于电除尘器捕尘时，需要采取措施来调节粉尘的比电阻，使其处于适合电捕集的范围。在工业中经常遇到高于 $5\times10^{10}\ \Omega\cdot cm$ 的所谓高比电阻粉尘，为了扩大电除尘器的应用范围，可采取喷雾增湿、调节烟气温度和在烟气中加入导电添加剂（如三氧化硫、氨等）等措施来降低粉尘的比电阻。

fenchen weihai

【粉尘危害】 粉尘对人体、生产、产品质量、经济效益、环境、自然景物的美观、生态平衡都有影响。粉尘危害的严重程度取决于从尘源散发的粉尘量，粉尘的物理、化学性质，以及尘源周围的情况。

对人体的危害 一个成年人每天大约需要19 m^3 空气，以便从中取得所需的氧气。如果工人工作地点（又称作业点或工作区）的空气中含有大量粉尘，那么在这种环境下工作的工人吸进肺部的粉尘就多。当吸入粉尘达到一定数量时，就能引起肺组织纤维化病变，使肺部组织逐渐硬化，失去正常的呼吸功能，发生尘肺病。

在全国工业企业中，职业危害最严重的是粉尘危害。据 1996 年统计，尘肺病占全国职业病构成的 61.8%，居各种职业病之首。

尘肺具有发病率高、死亡率高的特点，是一种严重的职业性疾病。到目前为止，这种病在世界各国还没有很理想的治疗方法。现有治疗尘肺的药物只能减轻尘肺病人的痛苦，延缓尘肺病的发展，而不能使肺组织已形成的纤维化病变消散。因此，尘肺病不仅严重地危害着工人的健康与生命，给劳动者本人和家庭带来不幸和痛苦，而且还极大地破坏生产力，给国家带来巨大的经济损失和不良的政治影响，妨碍经济建设的顺利进行。

对生产的影响 空气中的粉尘落到机器的转动部件上，会加速转动部件的磨损，降低机器的精度和寿命。有些小型精密仪表，若掉进粉尘会使部件卡住而不能正常工作。粉尘对油漆、胶片生产和某些产品（如电容器、精密仪表、微型电动机、微型轴承等）的质量影响很大。这些产品一经粘污，轻者返工，重者降级处理，甚至全部报废。尤其是半导体集成电路，其元件最细的引线只有头发直径的 1/20 或更细，如果落上粉尘就会使整块电路报废。粉尘弥漫的车间，会降低可见度，影响视野，妨碍操作，降低劳动生产率，甚至造成事故。

对大气的污染 我国工业和生活窑炉每年排入大气的烟尘有$2\ 000\times10^4$ t，此外，还有大量通风系统排出的粉尘。如不采取除尘措施，大中型水泥企业排入大气的粉尘约占水泥产量的 10%；炼钢电弧炉每冶炼1 t金属可产生6～12 kg的粉尘排放物；一台蒸发量为10 t/h的工业锅炉，每天约有500 kg粉尘排入空中。为保护大气环境，对工厂排出的含尘气体必须进行净化处理。

fenchen nongdu

【粉尘浓度】 又称含尘浓度，即粉尘在空气中的含量。有两种表示方法：一种是质量浓度，即每立方米空气中所含粉尘的质量数，以 mg/m^3 表示；另一种是颗粒浓度，即每立方米空气中所含粉尘的颗粒数，以个/cm^3 表示。目前，我国卫生标准是用质量浓度规定最高容许浓度的。颗粒浓度主要用于要求超净的车间。粉尘浓度是影响尘肺发病的重要因素之一。作业点粉尘浓度越高，越容易发生尘肺病。控制作业点的粉尘浓度，对防止尘肺病的发生具有重要意义。

fenchen zuoye weihai chengdu fenji biaozhun

【粉尘作业危害程度分级标准】 粉尘作业危害程度分级标准是 1986 年发布的《生产性粉尘作业危害程度分级》（GB5817—86）国家标准的简称。这个标准根据生产性粉尘中游离二氧化硅含量、工人接尘时间肺总通气量〔指工人在一个工作日的接尘时间内吸入含尘气体的总体积，以升/（日·人）表示〕，以及生产性粉尘浓度超标倍数三项指标，将接触生产性粉尘作业危害程度分为 5 级：0 级、Ⅰ级危害、Ⅱ级危害、Ⅲ级危害、Ⅳ级危害。分级见下表。表中生产性粉尘浓度超标倍数系指在工作地点测定空气中粉尘浓度超过该种生产性粉尘的最高容许浓度的倍数。

粉尘危害程度分级标准是劳动保护科学管理的一项基础标准，是确定生产作业场所内工人接触粉尘危害程度大小的依据。制定分级标准的目的是为了加强劳动保护管理工作，便于将不同危害程度的粉尘作业分出轻重缓急，区别对待，采取相应的防尘技术措施和其他政策性措施，以逐步减轻职业危害，最终达到卫生标准规定的最高容许浓度。该标准不适用于放射性粉尘和引起化学中毒的粉尘，也不适用于矿山井下作业。由于石棉粉尘对人体危害大，并具有致癌性，故该标准

将石棉粉尘列入游离二氧化硅含量>70%一类。

生产性粉尘作业危害程度分级表

生产性粉尘中游离二氧化硅含量	工人接尘时间肺总通气量［升/(日·人)］	生产性粉尘浓度超标倍数							
		0	~1	~2	~4	~8	~16	~32	~64
≤10%	~4000								
	~6000								
	>6000	0	Ⅰ		Ⅱ		Ⅲ		Ⅳ
>10%~40%	~4000								
	~6000								
	>6000								
>40%~70%	~4000								
	~6000								
	>6000								
>70%	~4000								
	~6000								
	>6000								

paifang biaozhun

【排放标准】 指规定大气污染物排放浓度或排放量的国家标准或地方标准。制定排放标准的目的在于加强对污染源的控制，使环境和居民的健康得到更好的保护，同时也为环境管理部门提供监督的依据。排放标准的规定是以卫生标准关于居住区大气中有害物质最高允许浓度为依据的。即从烟囱排出的有害物质，经过大气的混合、扩散和稀释作用后，落到地面的有害物质不致对居民的健康和环境造成危害。制定排放标准时，还要综合考虑控制技术的可能性和经济合理性等因素。

fangchen zonghe cuoshi

【防尘综合措施】 我国多年来防尘工作的实践证明，在多数情况下，单靠某一种方法、某一项措施是难以解决粉尘危害问题的，要切实做好防尘工作，使操作人工作地点的粉尘浓度和排气的粉尘浓度分别达到卫生标准和排放标准的规定，就必须采取综合措施。综合措施包括技术措施、组织措施和卫生保健措施。

技术措施虽然能起决定性作用，但它毕竟要依靠组织措施，通过加强法制建设和科学管理、国家监察和群众监督，开展宣传教育和科学研究等手段，才能付诸实施，持久地发生作用。技术措施主要有：

1. 明确治理重点，突出治本措施

防尘工作的重点应当是粉尘危害严重、尘肺病患者最多的企业、工序和工种。在各项治理措施中，首先应当采取使生产过程不产生或少产生粉尘危害的治本措施，其次才是产生粉尘后的治标措施。要把主要力量投入到改革工艺，采用无污染或少污染新技术的治本措施上。例如，用磨液喷砂新工艺取代已沿用一个世纪的磨料喷砂加工方法，用水爆清砂或电液压清砂，可以从根本上消除粉尘的污染和对人体的危害；采用配有气力输送设备的密闭罐车和气力输送系统储运、装卸和输送各种粉粒状物料，用风选代替筛分，能避免在储运、装卸、输送和分级过程中的粉尘飞扬；以不含或少含游离二氧化硅的物料或工艺代替含量高的物料和工艺，也是从根本上解决粉尘危害的好办法，如陶瓷行业的装坯工序，过去一直沿用在匣钵内撒硅石粉(游离二氧化硅含量在98%以上)的传统作法，严重危害作业人员的身体健康，改为在匣钵内刷高氧化铝粉浆，可以从根本上消除矽尘危害。

2. 开发防尘产品取代产尘老设备

针对生产中产生粉尘的设备，分析其逸散粉尘的原因，研究开发融防尘设施与生产设备于一体的防尘产品，逐步取代产尘的老设备，并根据用途将其标准化、系列化。新产品应确保其技术性能优于老设备，并使其逸散的粉尘量不致使车间空气粉尘浓度超过卫生标准，且价格合理。这样的产品就会受到用户欢迎，在市场上具有竞争力。用防尘产品取代产尘老设备，生产中的尘害问题就可解决一大半。

3. 提高通风系统的控制效果，对尘源进行有效控制

在现有的防尘工程技术措施中，通风方法仍是目前常用的方法。若设计合理，使用得当，就能用较少的排风量取得最佳的防尘效果。设计通风系统时，一般应遵守下列原则：

（1）凡是可以设置局部排风装置的场合，均应首先考虑采用局部排风。局部排风比全面通风所需风量要少，相应的设备也小，并便于含尘气体的净化与回收。

（2）尽可能使设计的局部排风罩包围或接近尘源，用最小的风量排除有害物。

（3）由于生产或工艺上的原因，罩子不能设置在尘源近旁，且罩口距尘源较远时，可以采用吹吸罩。采用射流与汇流相结合的吹吸罩，排风量可大大减小。

（4）对某些非固定的尘源点，可采取自动跟踪式吸尘罩，如设置在钻床上的自动跟踪式吸尘罩。当钻头在钻孔时，吸尘罩跟着钻头移动而接近尘源，在加工完成后，吸尘罩随钻头一起离开工件。这样既可以使吸尘罩接近尘源，又不妨碍装卸工件，也不增加操作人员的操作量。

（5）使用补偿罩（一种既有排风又有补风的排风罩），以节省加热（冬季）或冷却（夏季）补风所需的设备和能耗。

（6）为提高排风罩的控制效果以及降低整个通风除尘系统的投资费、运行费和能耗，要加强对罩口流场的实验研究。通过实验研究，提出新的罩型、技术参数和计算方法，如目前国内外正在研究的利用扁平射流隔断吸风口汇流边界和以旋转型气流代替汇流型气流的新一代排风罩。

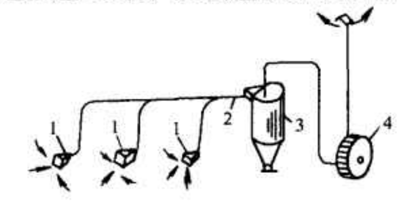
4. 消除二次尘源

见本书“厂房水冲洗”和“真空清扫”条目。

tongfeng chuchen

【通风除尘】 控制尘源的一种方法。它是目前应用较广、效果较好的一项防尘技术措施。通风除尘通常是在尘源处或其近旁设置吸尘罩，利用风机作动力，将生产过程中产生的粉尘连同运载粉尘的气体吸入罩内，经风管送至除尘器进行净化，达到排放标准后再经风管排入大气。这样，既可防止粉尘逸入室内，污染车间的空气，又可防止其散发到室外，污染厂区和大气环境。

通风除尘系统 由吸尘罩、除尘器、风管和风机组成的系统称为通风除尘系统，如下图所示。但是，由于尘源情况和所选用的除尘设备不同，并不是每个系统都必须包括这些设备。例如，直接从工业窑炉内抽出烟气，可以没有吸尘罩；当在尘源处就地设置除尘机组时，净化后气体直接排入室内，可以不要风管；当利用热压排出热烟气和利用工艺设备的余压排气时，可以不设风机。但当排出气体的粉尘浓度超过排放标准时，都应设有除尘器。



通风除尘系统

1—吸尘罩 2—风管 3—除尘器 4—风机

通风除尘系统的形式 通风除尘系统的形式应根据工艺设备配置、生产流程和厂房结构等条件来确定。通常可分为以下三种类型：

1. 就地式。就地式通风除尘系统是将除尘器或除尘机组直接设置在产尘设备上，就地捕集和回收粉尘。这种系统布置紧凑，结构简单，维护管理方便，能同时达到防止粉尘外逸和净化含尘气体两个目的。但是，由于受到生产和工艺条件的限制，这种系统目前只在某些产尘设备，如混砂机、皮带机转运点、料仓上得到应用。

2. 分散式。分散式通风除尘系统是将一个或数个产尘点作为一个系统，除尘器和风机安装在产尘设备附近，一般由生产操作工人看管，不设专人管理。这种系统具有管路短、布置简单、阻力容易平衡、风量调节方便等优点，但粉尘后处理比较麻烦。它适用于产尘设备比较分散并且厂房有安装除尘设备位置的场合，如烧结厂、铸造厂（车间）等。机械加工车间则多采用单机除尘，即每台机床配一台除尘机组，含尘气体经过净化后直接排入车间内。

3. 集中式。集中式通风除尘系统是将多个产尘点或整个车间甚至全厂的产尘点全部集中为一个系统，设专门除尘室，由专人负责管理。这种系统处理风量大，便于集中管理，粉尘后处理比较容易，但管路长而复杂，阻力不容易平衡，风量调节比较困难。它适用于产尘设备比较集中并且有条件设置除尘室的场合，如耐火材料厂等。对于多产尘点的多层厂房，可将最上一层楼层全部用作除尘室，将各楼层的产尘点都接到顶部除尘器内，净化后排入大气。

通风除尘系统的划分原则 通风除尘系统的划分应根据生产设备和配置、工艺流程等具体条件，按下列原则确定：

1. 在同一生产工序中，同时操作并且产生同种粉尘的设备和产尘点，可以合为一个通风除尘系统。

2. 对于同时操作但产生不同种类粉尘的设备和产尘点，一般也不宜合为一个系统。如果生产工艺允许不同种类粉尘可以混合回收处理，则可以将其合为一个系统，但具有下列情况时不能合用一个系统：

（1）凡混合后有可能引起着火燃烧或爆炸危险时；

（2）不同温度和湿度的含尘气体混合后可能在风管内结露时；

（3）因粉尘性质不同，共用一种除尘器除尘效率差别较大时。

chuchen jizu

【除尘机组】 将除尘器、风机和电动机组合为一体的除尘设备称为除尘机组。由于除尘机组具有结构紧凑、使用比较机动灵活、适用于控制分散的尘源、净化后的空气可直接循环使用(需要达到很高的除尘效率)而不需要回风等优点,因而近年来发展较快。其处理风量已由过去小于2 000 m³/h发展到5 000 ~ 6 000 m³/h或更高。从净化方式看,虽然仍以袋式为主,但已从过去单一的袋式或水浴式发展为现行的各种组合式,如静电与袋式组合、静电与旋风组合、静电与湿式组合等。

chuchenqi

【除尘器】 从含尘气流中将粉尘分离出来的设备称为除尘器。它的作用是净化从吸尘罩或产尘设备中抽出来的含尘气体,避免污染厂区和大气环境。从另一角度来看,除尘器也是从含尘气流中回收有用物料(有色金属、化工原料、建筑材料等)的主要设备,因而有时又称做收尘器。

根据在除尘过程中是否采用液体进行除尘或清灰,除尘器可分为干式除尘器和湿式除尘器两大类。除此分类方法外,通常将除尘器分为四大类:

1. 机械除尘器。包括重力沉降室、惯性除尘器和旋风除尘器等。这类除尘器是依靠机械力,如重力、惯性力或离心力从含尘气流中分离粉尘的。它的特点是结构简单、造价低、维护方便,但除尘效率不很高,往往用于多级除尘系统中的前级,作为预除尘。

2. 过滤式除尘器。包括袋式除尘器和颗粒层除尘器等。这类除尘器是以过滤机理作为除尘的主要机理。通过选用滤料和设计参数,袋式除尘器的除尘效率可在99.9%以上。

3. 电除尘器。电除尘器以电力作为除尘能源,有干式(干法清灰)和湿式(湿法清灰)两种。这类除尘器的特点是除尘效率高(特别是湿式电除尘器)、消耗动力少,主要缺点是耗钢材多、投资费用高。

4. 湿式除尘器。包括低能(低阻)湿式除尘器(如水浴除尘器等)和高能文氏管除尘器。这类除尘器主要用水作为除尘介质。一般说来,湿式除尘器的除尘效率较高。当采用高能文氏管除尘器时,即使对微细粉尘,其除尘效率仍可达99.9%以上,但消耗能量大。湿式除尘器的主要缺点是会产生泥浆和污水,处理比较麻烦。

在实际的除尘器中,往往综合了几种除尘机理的共同作用,例如卧式旋风水膜除尘器中,既有离心力的作用,又同时兼有冲击和洗涤的作用。特别是近年来,为了提高除尘器的效率,研制了多种多机理的除尘器,如静电袋式除尘器、静电颗粒层除尘器等。因此,以上的分类是按其起主导作用的除尘机理来进行的。下表列出了常用除尘器的除尘原理、适用范围及其特点。表中所列的各类除尘器的性能参数是概略的,只能作为除尘器对比或评价时的参考,而不能作为选择除尘器的依据。

常用除尘器性能比较

形式	除尘原理	名称	适用范围						特点	说明
			粉尘粒径(μm)	气体含尘质量浓度(g/m³)	温度(℃)	阻力(Pa)	除尘效率(%)	净化程度		
干式	重力	重力沉降室	>50	不限	<500	50 ~ 150	40 ~ 60	粗净化	结构简单,制作方便,阻力小,占地面积大,除尘效率低,可作第一级除尘	使用较少
	离心力	旋风除尘器	5 ~ 15	<100	<450	500 ~ 1 500	80 ~ 95	中净化	结构简单,制作容易,占地面积小,除尘效率较沉降室高得多	使用广泛
	过滤	袋式除尘器	0.5 ~ 1	5 ~ 50	<250	800 ~ 1 500	95 ~ 99.5	精净化	除尘效率高,大型设备结构较复杂,滤料耗量大,动力消耗较大	使用广泛
		颗粒层除尘器	0.5 ~ 1	<70	<450	1 600左右	95 ~ 98	精净化	除尘效率高,耐磨、耐腐蚀、耐高温、结构复杂,占用空间大,动力消耗大	使用较少
	电力	电除尘器	0.5 ~ 1	<40	<450	100 ~ 300	90 ~ 99	精净化	除尘效率高,动力消耗小,结构复杂,钢材耗量大,投资费用高	在冶金、水泥、火电中用得较多

续表

形式	除尘原理	名称	适用范围						特点	说明
			粉尘粒径 (μm)	气体含尘质量浓度 (g/m^3)	温度 (℃)	阻力 (Pa)	除尘效率 (%)	净化程度		
湿式	洗涤	水浴除尘器	1~10	<20	<400	600~1 200	80~95	中净化	结构简单,除尘效率较高,投资费用低,泥浆处理较麻烦	使用较广泛
		自激式除尘器	≥5	<20	<300	1 000~1 600	95~98	精净化	除尘效率高,结构紧凑,占地面积小,施工安装方便,用水量较小	使用较多
		文氏管除尘器	0.5~1	5~50	<400	3 000~10 000	95~99	精净化	结构简单,除尘效率高,阻力大,动力消耗大	使用较少

评价除尘器的优劣可以有各种指标,如除尘效率、阻力、处理风量、耗钢量、一次投资、运行费用、占地面积或占用空间体积、使用寿命等。前3项属于技术性能指标,其余各项属于经济指标。在选择除尘器时,必须综合予以考虑,但是高效(效率高)低阻(阻力低)仍是目前评价除尘器性能的主要指标。

chuchen xiaolü

【除尘效率】 除尘效率是除尘器平均效率的简称,它系指含尘气流在通过除尘器时所捕集下来的粉尘量占进入除尘器粉尘量的质量分数,即:

$$\eta = \frac{G_3}{G_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中 G_1——进入除尘器的粉尘量,kg/h 或 mg/h;

G_3——被除尘器捕集的粉尘量,kg/h 或 mg/h。

式(1)可以改写为:

$$\eta = \frac{L_1c_1 - L_2c_2}{L_1c_1} \times 100\% = \left(1 - \frac{L_2c_2}{L_1c_1}\right) \times 100\% \quad (2)$$

如果除尘器结构严密,没有漏风,即 $L_1 = L_2$。此时,式(2)可改写为

$$\eta = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100\% \quad (3)$$

式中 L_1、L_2——分别为除尘器进口和出口风量,m^3/h;

c_1、c_2——分别为除尘器进口和出口的空气粉尘质量浓度,mg/m^3。

式(1)要通过称量求得除尘效率,故称质量法。这种方法得到的结果比较准确,多用于实验室或产品性能鉴定。

由于生产过程的连续性,质量法在生产现场往往难以进行,因此在生产现场一般采用浓度法,也就是先同时测出除尘器进出口的风量和粉尘质量浓度,然后再按式(2)或式(3)计算除尘效率。由于含尘空气在管道内的浓度分布既不均匀又不稳定,所以用浓度法要测得准确结果是比较困难的。

touguolü

【透过率】 除尘效率是用除尘器捕集粉尘的能力来评定除尘器性能的,也可以用未被捕集的粉尘(排出的粉尘)来表示除尘器的性能。未被捕集的粉尘量占进入除尘器粉尘量的百分数称为透过率(又称穿透率),用 P 表示,显然:

$$P = (1 - \eta) \times 100\%$$

式中 η——除尘效率,%。

透过率与除尘效率是从不同的角度说明同一个问题——除尘器捕集粉尘的能力。但是在有些情况下,特别是对高效除尘器,采用透过率可以得到更为明确的概念。例如,有两台在相同条件下使用的除尘器,第1台除尘效率为98%,第2台除尘效率为96%。从除尘效率比较,第1台比第2台只高2%。但从透过率比较,第1台为2%,第2台为4%,相差达1倍。说明从第2台除尘器排放到大气中的粉尘量要比第1台多1倍。从环境保护的角度看,用透过率来评定除尘器的性能更为直观。

chuchenqi fenji xiaolü

【除尘器分级效率】 按粉尘粒径来标定的除尘效率称为除尘器的分级效率。除尘效率除了与除尘器的结构和运行工况以及尘粒密度等因素有关外,还与处理粉尘的粒径有很大关系。虽然各种除尘器对粗颗粒粉尘(如50 μm)都有较高的除尘效率(94%以上),但是对微细粉尘(1 μm),效率就有明显的差别,例如惯性除尘器的效率仅为3%,高效旋风除尘器的效率也不过27%。因此,用除尘效率(平均效率)来说明除尘器的除尘效果是不全面的。要正确评价除尘器的除尘效果,就应采用分级效率。分级效率能够标志出除尘器对不同粒径粉尘,特别是微细粉尘(这种粉尘对大气环境和人体健康的危害更大)

的捕集能力。标定除尘器的分级效率，有助于正确地进行除尘器的选择。

分级效率可用质量法，也可用浓度法来表示。

按质量法测定的除尘器分级效率可用下式计算：

$$\eta_d = \frac{M_{d3}G_3}{M_{d1}G_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中 M_{d1}——除尘器进口粒径为d的粉尘质量分数，%；

M_{d3}——被除尘器捕集的粉尘中，粒径为 d 的粉尘质量分数，%；

G_1——进入除尘器的粉尘量，kg/h；

G_3——被除尘器捕集的粉尘量，kg/h。

式(1)的分子是被除尘器捕集的粉尘中，粒径为 d 的粉尘质量；分母是进入除尘器的粉尘中，粒径为 d 的粉尘质量。

按浓度法测定的除尘器分级效率可用下式计算：

$$\eta_d = \frac{M_{d1}C_1 - M_{d2}C_2}{M_{d1}C_1} \times 100\% \quad (2)$$

式中 M_{d1}、M_{d2}——分别为除尘器进口和出口粉尘中，粒径为 d 的粉尘质量分数，%；

C_1、C_2——分别为除尘器进口和出口的粉尘质量浓度，mg/m³。

式(2)的分子是被除尘器捕集的粉尘中，粒径为 d 的粉尘质量；分母是进入除尘器的粉尘中，粒径为 d 的粉尘质量。

chuchenqi zongxiaolü

【除尘器总效率】 两台或多台除尘器串联使用时的综合效率称为除尘器总效率。如果第 1 台至第 n 台除尘器的除尘效率(η_1、η_2、…、η_n)均为已知，则可按公式 $\eta_{1-n} = 1 - [(1-\eta_1)(1-\eta_2)\cdots(1-\eta_n)]$算出 n 台除尘器串联使用时的总效率。当除尘器进口粉尘浓度很高，或者使用单位对除尘器的除尘效率要求很高，用一种除尘器不能满足要求或达不到所要求的效率时，可将两种除尘器串联使用，如旋风与袋式除尘器串联使用。由于串联一级除尘器后阻力增加，耗电量也随之增加，同时在运行管理上也变得比较复杂，所以当串联二级除尘器仍然达不到要求的总效率时，首先应考虑更换除尘器的类型。只有在那些对除尘效率要求很高或起始粉尘浓度很大，而且更换除尘器类型也不能解决问题时，才考虑三级除尘方案。

chuchenqi zuli

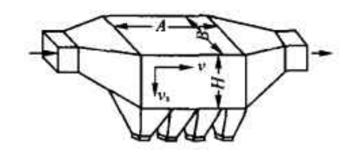
【除尘器阻力】 含尘气体经过除尘器后，它的压力损失称为除尘器阻力。它是评价除尘器性能的一项重要技术指标。除尘器阻力越小，动力消耗就越小，也就等于降低了运行费用。

chuchenqi chuli fengliang

【除尘器处理风量】 除尘器处理风量系指进入除尘器的含尘气体流量，以 m³/h 或 m³/min 计。它是评价除尘器性能的一项重要技术指标。

zhongli chenjiangshi

【重力沉降室】 重力沉降室是一种最简单的除尘器，它是依靠重力的作用使尘粒从气流中分离出来的。沉降室(见下图)实际上是一个断面较大的空室，含尘气体由断面较少的风管进入沉降室后，气流速度大大降低，尘粒便在重力作用下沉降下来。



重力沉降室

对于密度一定的尘粒，粒径越大，在重力作用下沉降速度越大；粒径越小，沉降速度越小。像密度为 2 000 kg/m³、粒径为10 μm的较小尘粒，在重力作用下，它的沉降速度 v_s 仅为0.006 m/s，而在沉降室内，气流的水平方向流速 v 一般为 0.3～3 m/s，这个速度远比较小尘粒的沉降速度大。所以，如果要使很微细的尘粒在沉降室中靠重力作用沉降下来，那么沉降室就要造得很长；若要减小沉降室的长度，就得把气流的水平流速取得很低，也就是把沉降室的断面加得很大，这在实际上往往行不通。既然沉降室不能太长，断面也不能太大，所以重力沉降室仅适用于捕集50 μm以上的粉尘。

重力沉降室的结构简单，可用砖砌，造价不高，施工容易，阻力较少(一般为 50～130 Pa)，维护管理方便。特别是在没有引风机，单靠自然通风的条件下，是一种较好的除尘方法。缺点是占地面积大，除尘效率低。因此，一般只把沉降室作为第一级粗净化，而在它后面串联效率较高的第二级除尘器。

chenjiang sudu

【沉降速度】 尘粒在静止空气中作等速沉降时的速度称为沉降速度，也可定义为：作用在尘粒上的外力之和等于零时尘粒的下降速度。沉降速度可用下式计算：

$$v_s = \frac{g\rho_c d_c^2}{18\mu} \quad \text{m/s}$$

式中 g——重力加速度，m/s²；

ρ_c——尘粒密度，kg/m³；

d_c——尘粒直径，m；

μ——空气动力黏度，Pa·s。

如果尘粒不是处于静止空气中，而是处于流速等于沉降速度的上升气流中，尘粒将处于悬浮状态，这一上升气流的速度称为悬浮速度。沉降速度和悬浮速度

数值上相等，但意义不同，前者是指尘粒作等速沉降时的速度或尘粒下落时所能达到的最大速度；后者是指上升气流使尘粒处于悬浮状态所必需的最小速度。在通风与防尘技术中，沉降速度和悬浮速度都有明确的含义和应用场合，例如在重力沉降室的计算和粉尘分散度测定等方面就要用到。

xuanfeng chuchenqi

【旋风除尘器】 旋风除尘器是利用气流旋转过程中作用在粉尘上的离心力，使粉尘从含尘气流中分离出来的设备。

旋风除尘器的结构原理及优缺点

普通旋风除尘器的结构如图1所示，它是由进口、简体、锥体、排出管（内筒）4部分组成的。含尘气流由除尘器进口沿切线方向进入除尘器后，沿外壁由上向下做旋转运动，这股从上向下旋转的气流称为外旋涡。外旋涡到达锥体底部后，转而向上，沿轴心向上旋转，最后从排出管排出。这股从下向上的气流称为内旋涡。向下的外旋涡和向上的内旋涡旋转方向是相同的。气流做旋转运动时，粉尘在离心力的作用下甩向外壁，到达外壁的粉尘在下旋气流和重力的共同作用下沿壁面落入灰斗。

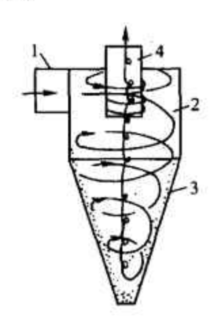


图1　旋风除尘器

1—进口　2—筒体　3—锥体　4—排出管

旋风除尘器的优点有：①结构简单，造价低；②除尘器中没有运动部件，维护保养方便；③可耐400 ℃高温，如采用特殊的耐高温材料，还可以耐受更高的温度；④除尘器内敷设耐磨内衬后，可用以净化含高磨蚀性粉尘的烟气。

其缺点是：①对捕集微细粉尘（小于5 μm）和尘粒密度小的粉尘（如纤维性粉尘）除尘效率不高；②由于除尘效率随筒体直径的增加而降低，因而单个除尘器的处理风量受到一定限制。

影响旋风除尘器性能的主要因素

1. 进口速度。旋风除尘器内气流的旋转速度，是由进口速度造成的。增加进口速度，能提高除尘器内气流的旋转速度 v_t，使尘粒所受到的离心力（尘粒所受离心力 $F_e = mv_t^2/r$，式中 m 为尘粒质量，kg；v_t 为尘粒的旋转速度，可近似认为等于该点气流的旋转速度，m/s；r 为旋转半径，m）增大，从而提高除尘效率，同时也增大了除尘器的处理风量。但进口速度不宜过大，过大会导致除尘器阻力急剧增加（除尘器阻力与进口速度的平方成正比），耗电量增大，而且，当进口速度增大到一定限度后，除尘效率的增加就非常缓慢，甚至有所下降。这主要是由于除尘器内部涡流加剧，破坏了正常的除尘过程造成的。因此，最适宜的进口速度一般应控制在12～20 m/s之间。

2. 筒体直径和高度。由离心力公式可知，在同样的旋转速度下，筒体直径越小（筒体直径减小，旋转半径也减小），尘粒受到的离心力越大，除尘效率越高，但处理风量减小。目前常用的旋风除尘器，直径一般不超过800 mm。风量较大时，可用几台除尘器并联运行或采用多管旋风除尘器。

增加筒体高度，从直观上看可以增加气流在除尘器内的旋转圈数，有利于尘粒的分离，使除尘效率提高。但筒体加高后，外旋下降的含尘气流和内旋上升的洁净气流之间的紊流混合也要增加，从而使带入洁净气流的尘粒数量增多。故筒体不宜太高，一般取筒体高度为2 D（D 为筒体直径）左右。

3. 锥体高度。在锥体部分，由于断面不断减小，尘粒到达外壁的距离也逐渐减小，气流的旋转速度不断增加，尘粒受到的离心力不断增大，这对尘粒的分离都是有利的。现代的高效旋风除尘器大都是长锥体就是这个原因。目前国内的高效旋风除尘器，如ZT型和XCX型也都是采用长锥体，锥体高度为（2.8～2.85）D。

4. 除尘器底部的严密性。旋风除尘器无论是在正压下还是在负压下运行，其底部（即排尘口）总是处于负压状态，如果除尘器底部不严密，从外部渗入的空气就会把正在落入灰斗的一部分粉尘带出除尘器，使除尘效率显著下降。所以如何在不漏风的情况下进行正常排尘，是旋风除尘器运行中必须重视的一个问题。

在收尘量不大时，可在除尘器底部设固定灰斗定期排尘；在收尘量较大，要求连续排尘时，可采用锁气器，常用的锁气器有翻板式、压板式和回转式几种。

5. 粉尘的性质。尘粒密度越大，粒径越大，离心力越大，除尘效率也就越高。因而旋风除尘器一般不适用于处理细微的纤维性粉尘。对非纤维性粉尘，粒径太小时，效率也不高。用于处理粒径大、密度大的矿物性粉尘效果好。

几种常用的旋风除尘器　旋风除尘器的发展虽然经历了一百多年的历史，但到目前为止，其结构形式方面的研究工作一直都在继续进行，因而出现了许多结构形式，下面介绍常用的几种。

1. 多管旋风除尘器。如前所述，旋风除尘器的效

率是随着筒体直径的减小而增加的，但直径减小，处理风量也减小。当要求处理风量较大时，如将几台旋风除尘器并联起来使用，占地面积太大，管理也不方便，因此就产生了多管组合的结构形式。多管除尘器是把许多小直径（100～250 mm）的旋风子并联组合在一个箱体内，合用一个进气口、排气口和灰斗。为使风量分配均匀，进气和排气空间用一倾斜隔板分开，如图2所示。为了使除尘器结构紧凑，含尘气体由轴向经螺旋导流叶片进入旋风子，并依靠螺旋导流叶片的作用作旋转运动。

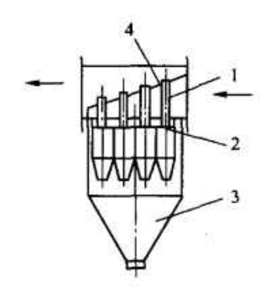


图2　多管旋风除尘器

1—旋风子　2—导流叶片　3—灰斗　4—倾斜隔板

多管旋风除尘器通常要并联多个（有时达100个以上）旋风子。由于在一个共同的箱体内设有很多个旋风子，所以保证气流均匀地分布到各个旋风子内是一个必须重视的问题。如果各个旋风子之间风量分配不均匀，各个旋风子下灰口的负压就不相同，便会造成各个旋风子之间通过共用灰斗产生气流相互串通，即所谓串流现象。这时，有的旋风子会从下部进风，如同除尘器底部漏风一样，使除尘器效率显著下降。因此，通常要求各个旋风子的尺寸和阻力相同，特别要求下灰口的负压相同。为了防止串流，可在灰斗中设隔板，沿垂直气流方向每隔6排旋风子设1块，或单独设置灰斗。为了避免旋风子发生堵塞，多管旋风除尘器不宜处理黏性大的粉尘。

2. 旁路旋风除尘器。对旋风除尘器的流场测定表明，在旋风除尘器内除了主旋转气流（见图1）外，在除尘器整个高度上还存在两个旋涡，一个是处于顶盖附近一直到排出管下端的上旋涡；另一个是处于圆锥部分的下旋涡（见图3）。上旋涡使部分细粉尘聚集在顶盖部分，形成上灰环。上灰环沿筒壁向上旋转，到达顶部后，转而向下，沿着排出管外壁到达排出管下端，在从下向上的内旋气流（内旋涡）带动下从排出管排出。上旋涡使一部分未经分离的细粉尘被带出除尘器，导致除尘效率降低。

为了消除上旋涡所造成的不利影响，可以在圆筒体上设置与锥体部分相通的旁路分离室。这时，上旋涡在圆锥下部负压的作用下，便携带着细粉尘从设置

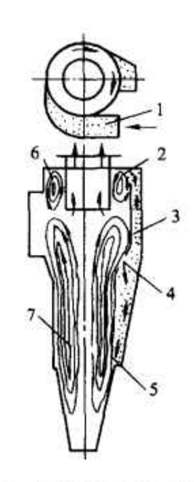


图3　旁路旋风除尘器

1—含尘空气进口　2—分离口1　3—旁路分离室

4—分离口2　5—回风口　6—上旋涡（上灰环）　7—下旋涡

在顶盖附近的分离口进入旁路，沿旁路分离室流至回风口5进入筒体下部与下旋涡汇合，而粉尘则从气流中分离出来落入灰斗。在旁路分离室中部设有分离口2，一部分下旋气流带着较粗粉尘由此口进入分离室，回到除尘器底部。为了使上旋涡形成更明显，除尘器顶盖要比进口管高出一定距离。

对几种旁路旋风除尘器试验的结果表明，增设旁路分离室后，除尘效率明显提高，说明旁路分离室在消除上灰环的有害作用方面确实发挥了作用。

3. 直流式旋风除尘器。前面介绍的旋风除尘器都是回流式的，在这种除尘器中，部分已经分离出来的粉尘有可能被上升的内旋气流带走，从而使除尘效率降低。为解决这个问题，产生了直流式旋风除尘器。在这种除尘器中，绕轴旋转的气流只朝一个方向做轴向运动。直流式旋风除尘器的结构包括四部分（见图4）：

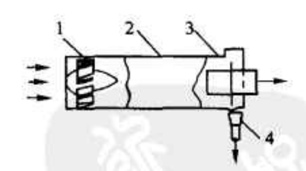


图4　直流式旋风除尘器

1—入口　2—本体　3—出口　4—灰斗

（1）入口。入口一般安装固定导向（导流）叶片，使进入气流产生旋转运动。

（2）本体。本体一般为圆筒形。直径小，效率就高，但直径不能太小，否则有被粉尘堵塞的危险。关于长度，本体太长，阻力增加；太短，粉尘分离时间不够，使效率降低。各部分尺寸与本体直径之比可参看有关手册。

(3)出口。出口把靠近轴心的净化气体和被分离到本体周围的粉尘分隔开。

(4)排除粉尘装置。排除粉尘装置将分离出来的粉尘加以收集,包括灰斗和附属设备。

直流式旋风除尘器的工作过程是这样的:含尘气体进入除尘器后,通过导向叶片产生旋转运动,粉尘被甩至器壁,在旋转气流带动下经出口进入灰斗,净化气体则从排出管排出。为了提高这种采取周边排尘的直流式旋风除尘器的除尘效率,通常从除尘器周边中抽出少量气体(约占总风量的10%)另行净化。

直流式旋风除尘器具有轴向进气便于除尘器并联,以及周边抽气排尘可提高除尘效率的优点。直流式旋风除尘器常用于卧式多管除尘器中。

daishi chuchenqi

【袋式除尘器】 袋式除尘器是过滤式除尘器的一种,它是利用织物制作的袋状过滤元件从含尘气流中捕集粉尘的。袋式除尘器自1881年贝茨工厂设计的第一台机械抖动清灰袋式除尘器在德国取得专利权以来,得到不断完善和发展。特别是20世纪50年代,脉冲喷吹清灰方式以及合成纤维滤料的应用,为袋式除尘器的进一步发展提供了有利条件。目前在各种除尘器中,袋式除尘器是最有竞争力的一种。

袋式除尘器的优缺点 袋式除尘器的主要优点有:①除尘效率高,特别是对微细粉尘也有较高的效率,一般可达99%。如果设计合理,使用得当,维护管理得好,除尘效率不难达到99.9%以上。②适应性强,可以捕集不同性质的粉尘,例如不受粉尘比电阻的限制。此外,进口含尘浓度在一相当大范围内变化时,对除尘效率和阻力影响都不大。③处理风量范围大,可由每小时数百立方米到每小时数百万立方米。可以制成直接设于室内、机床附近的小型除尘机组,也可以作成大型的除尘器室,即所谓袋房。一个袋房可以集中安装上万条滤袋。④结构灵活,可以因地制宜采用设有振打机构的所谓土布袋除尘器,在条件允许时也可以采用效率更高的脉冲喷吹袋式除尘器。⑤便于回收干料,不存在水的污染和泥浆处理问题。其缺点是:①目前常用的滤料(如涤纶绒布)只适用于120~130 ℃,而玻璃纤维等滤料可耐250 ℃左右,烟气温度更高时,就要采取价格昂贵的特殊滤料,或者采取冷却措施,这会使造价增加,系统变得复杂;②不适宜处理黏性强或吸湿性强的粉尘,特别是烟气温度不能低于露点,否则会产生结露,堵塞滤袋。

袋式除尘器的工作原理 图1是机械振打袋式除尘器结构简图。含尘气体进入滤袋后,由于筛滤、碰撞(粒径大于0.5 μm的尘粒以惯性碰撞为主)、钩住(截留)、扩散(粒径小于0.2 μm的尘粒以扩散为主)、静电等作用,粉尘被阻留在滤袋内表面。净化后的气体从除尘器上部排出。袋式除尘器是利用棉、毛、合成纤维制成的滤料进行过滤的。由于洁净滤袋本身的网孔较大(一般滤料为20~50 μm,表面起绒的约为5~10 μm),气体和大部分微细粉尘都能从滤袋经纬线间的网孔通过,所以洁净滤袋的除尘效率是不高的。滤袋使用一段时间后,其表面便积聚一层粉尘,这层粉尘称为初层。在以后的运行过程中,初层成了滤袋的主要过滤层。由于初层的作用,即使过滤很细的尘粒,也能获得较高的除尘效率。这时滤料纤维主要起支撑粉尘层的作用。随着粉尘在滤袋上的积聚,除尘效率不断增加,但同时阻力也增加。当阻力达到一定程度时,滤袋两侧的压力差就很大,会把有些已附在滤料上的微细粉尘挤压过去,使除尘效率下降。另外,除尘器阻力过高,会使通风除尘系统的风量显著下降,影响吸尘罩的工作效果。因此当阻力达到一定数值后,要及时进行清灰,清灰时不应破坏初层,以免除尘效率下降。图1所示的除尘器是通过凸轮振打机构进行清灰的。

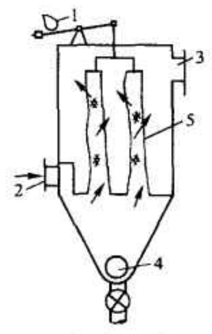


图1 机械振打袋式除尘器

1—凸轮振打机构 2—含尘气体进口 3—净化气体出口 4—排灰装置 5—滤袋

过滤风速 过滤风速(又称气布比)是指空气通过滤袋表面时的平均速度,也可以表述为单位时间内每平方米滤袋表面积所通过的空气量,单位为m/min或$m^3/(m^2\cdot min)$。

过滤风速是袋式除尘器的一个重要参数,它对除尘器的工作和性能都有很大影响。过滤风速过高,会使积附在滤袋上的粉尘层压实,阻力急剧增加。由于滤袋两侧的压力差增加,使粉尘颗粒渗入到滤料内部,甚至透过滤料,致使出口粉尘浓度增加。这种现象在滤料刚清灰后更为明显。过滤风速高还会导致滤料上迅速形成粉尘层,引起过于频繁的清灰。在低过滤风速的情况下,阻力低,效率高,但需要的滤袋面积也增加,除尘器的体积和占地面积也要相应加大。因此,过滤风速的选择要综合粉尘的性质(如粒径大小)、粉尘浓度、滤料种类、清灰方法等因素来确定。下表列出某些数据,可供参考。

袋式除尘器推荐过滤风速

粉尘种类	过滤风速(m/min)		
	振打清灰	脉冲喷吹	反吸风(缩袋型)
氧化铝	0.76~0.91	2.44~3.05	—
炭黑	0.46~0.61	1.52~1.83	0.34~0.46
煤	0.76~0.91	2.44~3.05	—
黏土	0.76~0.98	2.74~3.05	0.46~0.61
水泥	0.61~0.91	2.44~3.05	0.37~0.46
石墨	0.61~0.76	1.52~1.83	0.46~0.61
硫化铁	0.61~0.76	1.83~2.44	0.46~0.61
氧化铅	0.62~0.76	1.83~2.44	0.46~0.55
石灰	0.61~0.76	3.05~3.67	0.49~0.61
塑料	0.76~0.91	2.13~2.74	—
石棉	0.91~1.07	3.05~3.67	—
砂	0.76~0.91	3.05~3.67	—
木屑(烟草)	1.07~1.22	3.67~4.57	—
面粉	0.91~1.07	3.67~4.57	—
滑石	0.76~0.91	3.05~3.67	—
氧化锌	0.61~0.76	1.52~1.83	0.46~0.55
石粉	0.91~1.07	2.74~3.05	—

滤料 袋式除尘器的效率、阻力，以及维护管理都与滤料的材质和使用寿命有关。性能良好的滤料应具备容尘量大，过滤效率高；透气性能好，阻力低；力学性能好，抗拉、抗弯折、耐磨损；耐高温，耐腐蚀；吸湿性小，尺寸稳定性好；成本低，使用寿命长等性能。但到目前为止，还没有一种"理想"的滤料能满足上述所有性能要求，因此只能根据含尘气体的性质并结合各种滤料的特性，从中选择最符合于使用条件的滤料。

常用的滤料有：

1. 毛织物。透气性好，阻力小，容尘量大，过滤效率高，易于清灰，耐酸性好，耐碱性差，只能用于90 ℃以下，价格比棉布或合成纤维滤布高得多。

2. 尼龙、锦纶。耐磨性能和耐碱性能好，耐酸性能差，只能用于85 ℃以下，适合过滤磨损性强的粉尘。

3. 涤纶绒布。耐酸、耐碱性能较好，耐磨性仅次于尼龙，阻力小，过滤效率高，可在120~130 ℃下长期工作。它是目前国内应用最普遍的一种滤料。

4. 诺梅克斯(耐热尼龙)。耐磨性和耐酸、耐碱性能好，可在220 ℃下长期工作。它的机械强度比玻璃纤维高，因而可采用较高的过滤风速。虽然诺梅克斯的价格比玻璃纤维高2~4倍，但考虑到过滤风速的提高，以及使用寿命较玻璃纤维高2~10倍，仍然可显示出它的优越性。由于诺梅克斯过滤效率高，比涤纶能承受更高的温度，因而近年来在国外发展非常迅速，使用很普遍。

5. 玻璃纤维。吸湿性小，抗拉强度大，耐酸性能好。一般玻璃纤维可耐温250 ℃左右，经硅油、石墨和聚四氟乙烯处理过的玻璃纤维可在300 ℃下长期使用。但它不耐磨，不耐折。目前，国内在净化高温烟气时仍多采用玻璃纤维滤料。

最近从美国戈尔公司引进的GORE—TEX® 薄膜表面滤料，可耐260 ℃高温，对微细粉尘除尘效率接近100%。该滤料由聚四氟乙烯膨胀后压制而成，其厚度为10 μm，眼孔为0.1 μm，可根据处理气体的性质贴在不同材质的滤料上，构成复合滤料。它表面光洁，清灰容易，阻力低，是发展高效袋式除尘器，实现净化空气再循环的一种理想滤料。

几种典型结构的袋式除尘器 袋式除尘器的形式、种类很多，通常按清灰方式来分类。根据清灰方式不同，可分为机械振打袋式除尘器(见图1)、脉冲喷吹袋式除尘器、回转反吹扁袋除尘器和反吸风袋式除尘器等。

1. 脉冲喷吹袋式除尘器。脉冲喷吹袋式除尘器是一种带有脉冲喷吹机构的袋式除尘器，它有多种结构形式，如MC型(采取中心喷吹)、环隙喷吹、顺喷、对喷和分室停风喷吹等。

MC型脉冲喷吹袋式除尘器的结构如图2所示。它由上箱体Ⅰ、中箱体Ⅱ、下箱体Ⅲ和脉冲控制仪8所组成。在上箱体中装有喷吹管1和把喷吹气体引进滤袋的文丘里管(喇叭管)6，并附有压缩空气贮气包5，脉冲阀4，电磁阀3以及净气出口17。在中箱体中，装有滤袋框架16，滤袋15套在框架上。在上箱体和中箱体间装有多孔板(花板)7。下箱体包括灰斗11，含尘气体进口9和排灰装置10。脉冲控制仪8装设在除尘器外壳14上。从空气压缩机来的压缩空气一般含有油和水。为了不使油、水进入滤袋，保证袋式除尘器

正常运行，在压缩空气贮气包前装有油水分离器（图中未示出）。

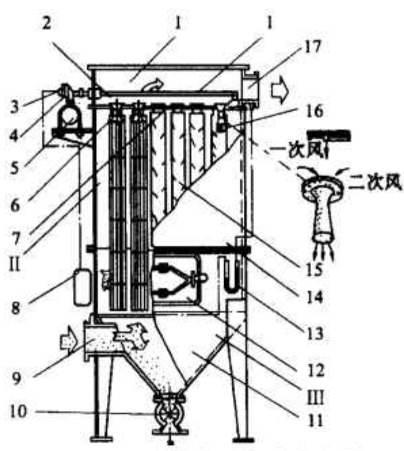


图2　MC 型脉冲喷吹袋式除尘器

Ⅰ—上箱体　Ⅱ—中箱体　Ⅲ—下箱体

1—喷吹管　2—喷吹孔　3—电磁阀　4—脉冲阀

5—压缩空气贮气包　6—文丘里管　7—多孔板

8—脉冲控制仪　9—含尘空气进口　10—排灰装置

11—灰斗　12—检查门　13—U 形压力计

14—外壳　15—滤袋　16—滤袋框架　17—净气出口

含尘气体由进口 9 进入中箱体Ⅱ，继而进入滤袋 15，通过滤袋时，粉尘被阻留在滤袋外表面，净化气体经文丘里管 6 进入上箱体Ⅰ，最后从净气出口 17 排出。

MC 型脉冲喷吹袋式除尘器按规格大小，装有 4 排至 20 排滤袋（袋径为120 mm，袋长为2 000 mm），每排滤袋（一般装 6 条）上部均装有一根喷吹管 1。喷吹管上开有直径为6.4 mm的喷吹孔 2，每个喷吹孔与每条滤袋中心相对应。喷吹管前装有与压缩空气贮气包 5 相连的脉冲阀 4。每排滤袋用一个脉冲阀执行喷吹清灰。为按一定程序执行喷吹，配备了脉冲控制仪 8。脉冲控制仪不断发出短促信号，通过电磁阀 3 按程序控制各排脉冲阀，使之开启或关闭。当脉冲阀开启时（约 0.1 ~0.2 s），与该脉冲阀相连接的喷吹管和贮气包相通，在这一瞬间内，从贮气包来的高压空气（5×10^5 ~7×10^5 Pa）以极高的速度从喷吹孔喷射出来（即一次风），在高速气流周围形成一个比一次风体积大 5 ~7 倍的诱导气流（即二次风）。这两股气流一起经文氏管进入滤袋内，使滤袋剧烈膨胀、收缩，引起冲击振动，同时在这一瞬间内产生由内向外的与含尘气流相反的气流，由于冲击振动和逆气流的作用，将粘附在滤袋外表面的粉尘清除下来，落入下箱体Ⅲ的灰斗 11 中，经排灰装置排出。

脉冲控制仪是向电磁阀发出脉冲信号的装置。通过脉冲控制仪可以调节喷吹周期（即每一脉冲阀从开始喷吹到下一次喷吹的时间间隔，一般为60 s左右）和喷吹时间（即喷吹一次的时间，一般为 0.1 ~0.2 s）。

2. 回转反吹扁袋式除尘器。回转反吹扁袋式除尘器的结构如图 3 所示。这种除尘器为圆筒体，扁袋成辐射形布置在圆筒内，根据所需过滤面积，滤袋可以布置成 1 圈、2 圈、3 圈甚至 4 圈。滤袋断面成梯形，长边为320 mm，两短边分别为40 mm和80 mm，袋长3 ~6 m。

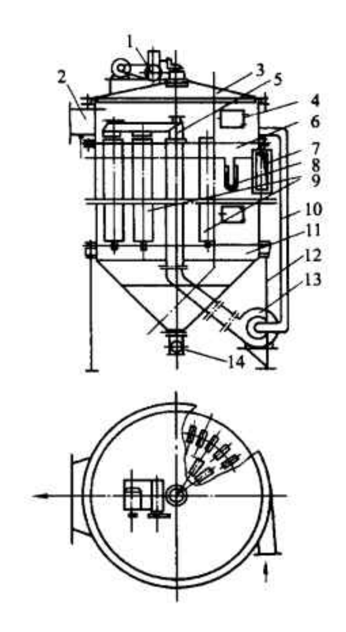


图3　回转反吹扁袋式除尘器

1—减速机构　2—净气出口　3—上盖　4—上箱体

5—反吹旋臂　6—中箱体　7—含尘气体进口

8—U 形压力计　9—扁滤袋　10—循环风管

11—灰斗　12—支架　13—反吹风机　14—排灰装置

含尘气体由上部切线进口进入除尘器内，部分粗颗粒粉尘在离心力作用下被分离，未被分离的粉尘随同气流进入扁袋内被阻留在滤袋外表面，净化后的气体由上部排出。当滤袋阻力增加到一定值时，反吹风机将高压风自中心管送到顶部旋臂内，气流由旋臂垂直向下喷吹。旋臂每旋转 1 圈，内外各圈上的每一个滤袋均被喷吹 1 次。每条滤袋的喷吹时间约为0.5 s，喷吹周期约15 min，反吹风机风压为5 kPa左右，反吹风量约为过滤风量的 1/5。

这种除尘器具有以下特点：①除尘器进口按旋风除尘器设计，能起局部旋风作用，以减轻滤袋粉尘负荷；②除尘器自带反吹风机，不受使用场合压缩空气源的限制，易损部件少，反吹风作用距离大，可采用长滤袋，充分利用空间，占地面积小；③采用梯形滤袋在圆筒内布置，结构紧凑。据计算，在同一筒体空间内，采用梯形扁袋比圆袋多 32% 的过滤面积；④除尘器上盖

设有回转揭盖及换袋人孔，换袋时不必揭上盖。

3. 反吸风袋式除尘器。尽管脉冲喷吹袋式除尘器具有过滤风速高，可以在工作状态进行清灰等优点，但处理大风量的，往往都是采用反吸风（以负压将清灰气流吸出滤袋）袋式除尘器。其主要原因是：

（1）由于通常的脉冲喷吹袋式除尘器袋长为2.0～2.5 m（采用对喷也只能达到5 m），袋径为120 mm，因而在处理大风量时，需要的滤袋数就多，占地面积太大。而采用反吸风，袋径可达300 mm，袋长可达12 m，个别长的可达到15～18 m。目前宝钢使用的反吸风袋式除尘器袋长为10 m。

（2）反吹风清灰的结构比较简单，在宝钢一个大袋室只用1套切换阀就可以。若用脉冲喷吹清灰，电磁阀、脉冲阀的数量要很多，不但使设备复杂化，而且维修工作量也相应加大。

反吸风清灰这些特点，越是在大型袋式除尘器上越容易显示出来。宝钢从日本引进的反吸风袋式除尘器有吸入式（除尘器安装在风机的吸入端，在负压下工作）和压入式（除尘器安装在风机的压出端，在正压下工作）两种。共引进60台，其中最大的一台处理风量高达1.17×10^6 m^3/h，除尘器高度达27 m，有八九层楼高。图4是压入式反吸风袋式除尘器示意图。

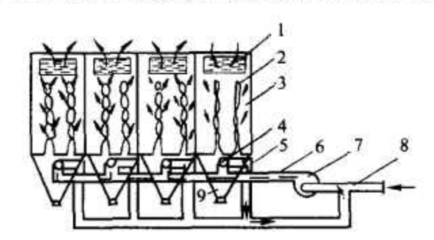


图4　压入式反吸风袋式除尘器
1—百叶窗　2—滤袋　3—袋室　4—三通切换阀
5—反吸风管道　6—含尘气体管道　7—风机
8—含尘气体进口　9—灰斗

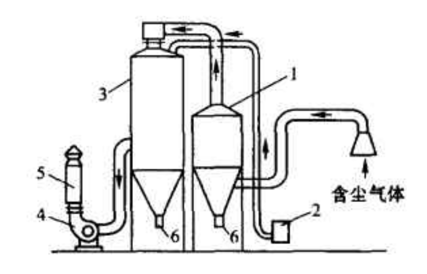
反吹风袋式除尘器通常都设有若干个过滤室，各个过滤室依次进行反吸清灰，其他仍在正常过滤。过滤时，三通切换阀接通含尘气体管道，切断反吸风管道，使含尘气体进入滤袋内，将滤袋吹胀，粉尘被阻留在滤袋的内表面，净化后的气体进入袋室，从除尘器上部的百叶窗排入大气。清灰时，三通切换阀接通反吸风管道，切断含尘气体管道，这时袋室处于负压状态，大气经百叶窗进入袋室，将滤袋压瘪。粘附在滤袋内表面的粉尘在逆向气流作用下被清除下来，落入灰斗中。反吸风含尘尾气被吸进风机，再进入处于过滤状态的袋室过滤。以上过滤和清灰程序，通过时间继电器操纵三通切换阀来实现。

反吸风袋式除尘器的过滤风速较低，一般在1 m/min以下。当含尘浓度较高，粉尘粒径较小时，过滤风速应取低一些。

yutuceng daishi chuchenqi

【预涂层袋式除尘器】 指在滤料上添加预涂层来捕集污染物的袋式除尘器。袋式除尘器是一种高效除尘器，但传统的袋式除尘器难以处理粘着性、固着性强的粉尘，不能同时除脱含尘气体中的焦油成分、油成分、硫酸雾、氟化氢等污染物，滤料上会出现硬壳般的结块，导致滤袋堵塞，使袋式除尘器失效。用这种除尘器来处理低浓度含尘气体时，除尘效率也不高。1962年美国一家公司在玻璃纤维滤料上添加预涂层（助滤剂用煅烧白云石）来捕集锅炉烟气中冷凝的SO_3液滴（H_2SO_4）获得成功，为袋式除尘器的应用开创了新的途径。由于助滤剂的作用，预涂层袋式除尘器能同时除脱气体中的固、液、气三相污染物，关键是选择恰当的助滤剂。

结构原理　预涂层袋式除尘器的除尘系统如下图所示，它由预除尘器、助滤剂自动给料装置、预涂层袋式除尘器（滤袋为圆筒开放型，安装在上部和下部花板上）、排风机和消声装置等组成。预除尘器内装有金属纤维状填充层，用以除去粗粉尘，并起阻火器作用。在起始粉尘浓度较低和没有火星进入预涂层袋式除尘器的情况下，可以不设置预除尘器。



预涂层除尘系统
1—预除尘器　2—助滤剂自动给料装置
3—预涂层袋式除尘器　4—排风机
5—消声装置　6—排灰阀

预涂层袋式除尘器与传统的袋式除尘器主要不同之处，是配有助滤剂自动给料装置。在进行过滤前，由助滤剂给料装置把助滤剂预涂在滤袋内表面，使滤袋表面形成一性能良好的预涂层（由助滤剂附着层和助滤剂过滤层组成）。过滤时，带有气、液相污染物的含尘气体先进入预除尘器，除去粗粉尘，未被捕集的粉尘（包括气、液相污染物，下同）随气流从预涂层袋式除尘器顶部进入滤袋室，通过筒形滤袋时，粉尘被阻留在滤袋内表面的预涂层上，净化后的气体经风机排入大气。随着粉尘在滤袋上的积聚，粉尘附着层逐渐增厚，除尘器阻力也相应增加。当阻力达到规定数值时，反吹风机构和振动器（图中未标出）同时动作，对滤袋进行反吹清灰，将粉尘附着层和助滤剂过滤层一起清落下来。清灰

后，助滤剂自动给料装置重新进行添加作业，添加时间可由定时器控制。由于除尘器是多室结构，所以各室可按确定的程序进行添加作业和实现过滤与清灰过程。

助滤剂性能 目前用于预涂层袋式除尘器的助滤剂尚未定型，仍处于研制阶段。一般说来，比表面积大，涂于滤袋后不致使过滤阻力增加过多，并能吸附、吸收或中和气、液相污染物的微细粉料适合作助滤剂。

主要特点 预涂层袋式除尘器有以下几个特点：

1. 预涂层袋式除尘器能净化传统的袋式除尘器所不能净化的含有焦油成分、油成分、硫酸雾、氟化物和露点以下的含尘气体，对粘着性、固着性强的粉尘也比较容易处理；

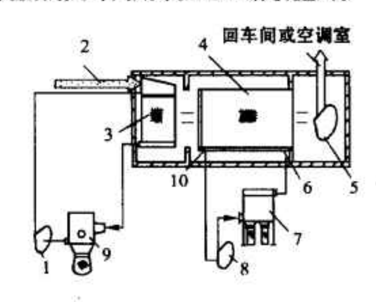
2. 由于助滤剂起着保护滤料表面的作用，故滤袋的使用寿命可以延长；

3. 可以作为空气过滤器，用于净化精密机器装配车间、电气室、制药厂、净化室、大型空压机进口的低浓度含尘空气。

虽然预涂层袋式除尘器和助滤剂在捕集某些气、液相污染物上已确认为有效，但都是对特定的污染物和特定的工艺过程中取得的实践经验，对其他污染物和工艺过程是否适用还有待进一步研究和探讨。所以，关于预涂层袋式除尘器的结构形式、助滤剂的选择和添加方法等仍是有待于今后进一步开发和研究的课题。

chenlong chuchenqi

【尘笼除尘器】 尘笼除尘器是一种用以处理纤维性粉尘的笼式滤尘器。我国棉纺行业曾引进过日本的东和(Towa)、瑞士的罗瓦(Luwa)和英国的派克斯—克拉姆(Parks-Cramer)公司生产的尘笼除尘器，用以处理棉花粉尘。哈尔滨亚麻纺织厂从原联邦德国引进的TFC型尘笼除尘器，是专门用来处理亚麻粉尘的。



尘笼除尘器

1、8—风机 2—含尘空气 3—预分离器
4—回转滤尘器 5—主风机 6—导轨 7—松纳(集尘器)
9—纤维压实器 10—移动吸嘴

上图为黑龙江省兰西县亚麻纺织厂从法国亚美尼亚公司引进的尘笼除尘器。该除尘器采用两级除尘。预分离器(内滤式)用尼龙网作滤料，回转滤尘器(外滤式)用无纺布作滤料。含尘气体先进入预分离器进行初净化(除去纤维性粉尘)，初净化后的气体从外到内进入回转滤尘器，粉尘被吸附在滚筒状的滤料(无纺布)表面，净化后的气体由主风机送回车间或进入空调室。为使滤料表面保持清洁状态，用移动吸嘴将附在滤料表面的麻尘吸走。纤维和麻尘由纤维压实器和集尘器分别收集。

这种尘笼除尘器的主要优点是占地面积较小；除尘效率高，可达99%以上；粉尘中的纤维和麻尘分别收集，为综合利用尘杂创造了条件。主要缺点是结构复杂；动力消耗大；价格昂贵。

keliceng chuchenqi

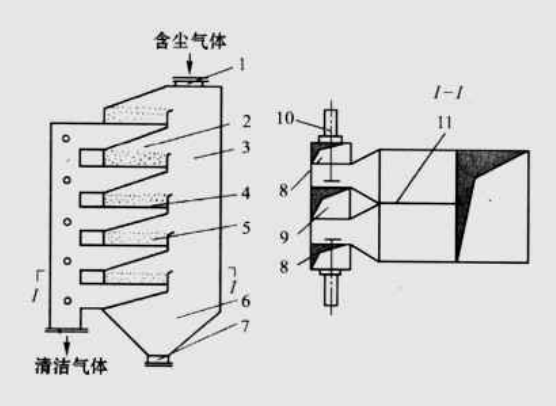
【颗粒层除尘器】 指利用颗粒状物料(如硅石、砾石等)组成的颗粒层(即过滤层)作为滤料来净化含尘气体的设备。它的除尘机理与袋式除尘器相似，当含尘气体通过颗粒层时，由于碰撞、筛滤、扩散等作用，使粉尘沉积于颗粒层内。随着粉层不断积聚，对微细粉尘的捕集效果也越来越好，但颗粒层的阻力也逐渐加大。当阻力达到允许值时，可通过搅动、反吹等方式将积聚于颗粒层中的粉尘清除出来，最后落入灰斗中。

这种除尘器的主要优点是：①可以耐高温，选择适当的过滤材料使用温度可达400～500 ℃；②滤料来源广，价格低廉；③滤料耐用、耐腐蚀、耐磨损；除尘效率较高，一般均在95%以上。它的缺点是：①由于过滤风速低(0.3～0.8m/s)，因此，设备庞大，占用空间大；②对微细粉尘的除尘效率不很高；③不宜用于处理湿度大、温度低、易达露点的含尘气体。

颗粒层除尘器的结构形式很多，按清灰方法可分为耙式颗粒层除尘器和沸腾颗粒层除尘器两种。沸腾清灰的基本原理是：从颗粒层下部以足够流速(该流速大于颗粒层临界流化速度——使颗粒层达到流化的最低速度，而小于颗粒的悬浮速度)的反吹空气鼓入颗粒层中，使颗粒层呈流态化(沸腾状)，颗粒间互相搓动，上下翻腾，使积聚于颗粒层中的粉尘从颗粒中分离并夹带出去，达到清灰的目的。

下图为沸腾颗粒层除尘器的结构简图。含尘气体由进风口1进入，粗尘粒在沉降室3中沉降，细尘粒经过滤室2从上而下地穿过过滤床层5，气体净化后经净气口9排入大气。反吹清灰时，通过控制阀(可用汽缸阀，也可用电动推杆阀)10开启反吹风口8的侧孔，反吹气流由下向上经下筛板进入颗粒层，使滤料呈流化状态。然后夹带已凝聚成大颗粒的尘团进入沉降室3沉降下来，气流则进入其他过滤层床净化。粉尘经排灰口7排出。

沸腾颗粒层除尘器采用多层组合式，通常采用两组，每组的层数可根据处理风量选择。在生产中有使用11层(两组共22层)的颗粒层除尘器，处理风量达25 000 m^3/h以上，每层过滤面积为1.0 m^2，层间距为625 mm，除尘器总高为8 968 mm。



沸腾颗粒层除尘器

1—进风口 2—过滤室 3—沉降室

4—下筛板 5—过滤床层 6—灰斗

7—排灰口 8—反吹风口 9—净气口

10—控制阀 11—隔板

沸腾颗粒层除尘器已经在烧结机尾烟气、加热炉烟气、黄土烘干机烟气等方面得到应用,取得较好的效果。

在烧结机尾烟气的试验中,采用当量直径为1.388 mm的硅石,床层厚110 ~ 120 mm,过滤风速27 m/min,除尘效率达95%,阻力为800 Pa。反吹风速取57.4 ~ 66.6 m/min。除尘器容尘后阻力达1 300 Pa后,经反吹可以恢复到初始阻力800 Pa。反吹停止后,表面平整。

dianchuchenqi

【电除尘器】 利用电力将粉尘从气流中分离出来的设备称为电除尘器。

电除尘器的优缺点

1. 电除尘器的优点

(1)除尘效率高,对小于0.1 μm的粉尘仍有较高的效率。

(2)可以处理大风量。随着工业的发展,应用于生产的大型生产设备日益增多,所要求处理的烟气量也大为增加。例如500 t平炉的烟气量达 5×10^5 m^3/h;6×10^5 kW汽轮发电机所配锅炉的烟气量在 30×10^5 m^3/h以上,如果采用袋式除尘器,需要3万多条滤袋(按袋径120 mm,高2.0 m,过滤风速2.5 m/min计算),而用电除尘器,选用断面为240 m^2的4台就完全能满足要求。

(3)阻力小(仅150 ~ 300 Pa),耗电少,运行费用低。

(4)能处理高温烟气。工业炉窑烟气的温度通常高达600℃以上,采用一般涤纶绒布的袋式除尘器工作温度需要控制在120 ~ 130℃以下,而电除尘器一般可在350 ~ 400℃下工作,特殊设计可达到500℃,这样就大大简化了烟气冷却设备。

2. 电除尘器的缺点

(1)一次投资费用高,钢材耗量较大。

(2)对粉尘的比电阻有一定要求,最适宜的范围是 $1 \times 10^4 \sim 5 \times 10^{10}\ \Omega \cdot cm$。在此范围之外,就需要采取一定措施才能达到必要的效率。

(3)设备庞大,占地面积大。

(4)结构较复杂,制造、安装的精度要求高。由于电除尘器具有上述优点,因而适用于冶金、水泥、火电、化工、建材等工业部门。

电除尘器的工作原理 图1为管式电除尘器示意图。接地的金属圆管叫收尘极(或集尘极),与高压直流电源相连的细金属线叫电晕极(或放电极)。电晕极置于圆管中心,靠下端的重锤张紧。含尘气流从除尘器下端进口引入,净化气体从上部出口排出。

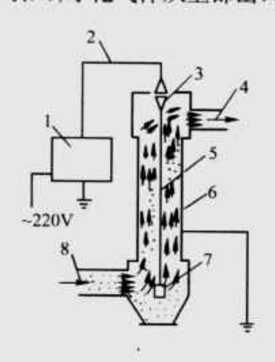


图1 管式电除尘器

1—高压直流电源 2—高压电缆 3—绝缘子

4—净化气体出口 5—电晕极 6—收尘极

7—重锤 8—含尘气体进口

含尘气流在电除尘器中的净化过程大致可以分为三个阶段:

1. 气体的电离和粉尘荷电。在电晕极与收尘极之间施加直流高电压(一般为负高压),使电晕极附近的气体电离(即电晕放电),生成大量正负离子。在电晕区(其范围一般限于距电晕极周围2 ~ 3 mm处)内,正离子立即被电晕极(负极)吸引过去,负离子则因受电场力的驱使向收尘极(正极)移动,并充满到两极间的绝大部分空间。含尘气流通过电场空间时,负离子与粉尘碰撞并附在其上,使粉尘荷电。

2. 粉尘的沉积。荷电粉尘在电场中受库仑力的作用被驱向收尘极,到达收尘极后,放出负电荷并沉积在其上。

3. 清灰。收尘极表面上的粉尘沉积到一定厚度后,用机械振打等方法将其除去,使之落入下部灰斗中。电晕极也会附着少量粉尘,隔一定时间也需要进行清灰。

电除尘器的结构形式 电除尘器可以根据不同的特点,分成以下不同的类型:

1. 根据清灰方式,可以分为干式电除尘器和湿式

电除尘器。

干式电除尘器是通过振打等方法使电极上的积尘落入灰斗中的。这种方式粉尘后处理简单,便于综合利用,因而最为常用。但这种清灰方式易使沉积于收尘极上的粉尘再次扬起而进入气流中,造成二次扬尘,使除尘效率降低。

湿式电除尘器是用喷雾或淋水、溢流等方式在收尘极表面形成水膜将粘附于其上的粉尘带走的,由于水膜的作用避免了二次扬尘,故除尘效率很高;同时没有振打设备,工作也较稳定;但是产生大量泥浆,如不加适当处理,将造成二次污染。

2. 根据收尘极的形式,可分为管式电除尘器和板式电除尘器。

(1)管式电除尘器(见图1)就是在圆管的中心放置电晕极,而把圆管的内壁作为收尘的表面。管径通常为150~300 mm,长度为2~5 m。由于单根圆管通过的气体量很小,通常是用多管并列而成。为了充分利用空间,可以用六角形(即蜂房形)的管子来代替圆管,也可以采用多个同心圆的形式,在各个同心圆之间布置电晕极。管式电除尘器一般适用于处理气体量较小的情况。

(2)板式电除尘器(见图2)是在一系列平行的金属板(收尘极板)的通道中设置电晕极。极板间距一般为200~350 mm,通道数由几个到几十个,甚至上百个,高度为2~12 m,甚至达15 m。除尘器长度根据对除尘效率的要求而定。板式电除尘器由于它的几何尺寸很灵活,可以做成各种大小以适应各种气体量的需要,因此在除尘工程中被广泛采用。

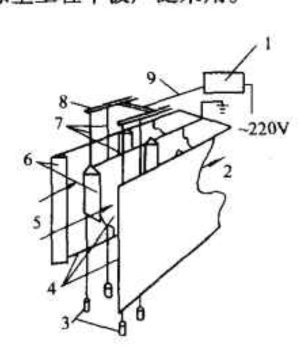


图2 板式电除尘器

1—高压直流电源 2—净化气体 3—重锤
4—收尘极 5—含尘气体 6—挡板
7—电晕极 8—高压母线 9—高压电缆

3. 根据气流流动方式,可分为立式电除尘器和卧式电除尘器。

(1)立式电除尘器内,气流一般是由下而上,通常做成管式,但也有采用板式的。立式除尘器由于高度较高,可以从其上部将净化后的气体直接排入大气而不需要另设烟囱。由于立式除尘器是往高度方向发展的,因而占地面积少。当需要增加电场长度(对立式电除尘器,即其高度)来提高除尘效率时,立式就不如卧式灵活。此外,在检修方面也不如卧式方便。

(2)卧式电除尘器内,气流水平通过。在长度方面根据结构及供电的要求,通常每隔3 m左右(有效长度)划分成单独的电场,常用的是2~3个电场,除尘效率高时,也有多到4个以上电场的。

电场风速 气体通过电除尘器断面的平均速度,以m/s计。电场风速的大小对电除尘器的除尘效率和造价都有很大影响。风速过大,容易产生二次扬尘,使除尘效率降低;风速过低,除尘器体积大,造价增加。根据经验,电场风速最高不宜超过1.5~2 m/s,除尘效率要求高的电除尘器不宜超过1.0~1.5 m/s。

反电晕及其防止措施 反电晕系指在电除尘器收尘极板上形成的电晕放电现象。如果粉尘的比电阻过高,则到达收尘极的粉尘放电很慢,并残留着部分负电荷。这不但排斥随后而来的带同性电荷的粉尘,影响其沉积,而且随着极板上沉积粉尘层的不断增厚,粉尘层和极板之间就会形成一个高压电场(粉尘层表面为负极,收尘极板为正极),使粉尘层空隙中的气体电离(击穿),产生与原电晕极极性相反的电晕放电(即反电晕)。其结果,粉尘所带的负电荷部分被向原电晕极方向运动的正离子中和,使粉尘电荷量减少,从而削弱了粉尘在收尘极板上沉积。所以,如果发生反电晕,除尘效率就会大大降低。

工业粉尘的比电阻值往往相差很大,低者(炭黑)约为1×10^3 Ω·cm,属低比电阻粉尘;高者(105℃时的石灰石粉尘)可达1×10^{14} Ω·cm,属高比电阻粉尘。常用电除尘器所处理的粉尘比电阻最适宜范围为$1\times10^4\sim5\times10^{10}$ Ω·cm。在工业中经常遇到高于5×10^{10} Ω·cm的所谓高比电阻粉尘,为了扩大电除尘器的应用范围,防止反电晕的发生,就必须解决高比电阻粉尘的收尘问题。对于这个问题,国内外都非常重视,提出了各种处理措施,大致可归纳为两种。

1. 提高粉尘的导电性,降低粉尘的比电阻

(1)喷雾增湿。喷雾增湿一方面可以降低烟气温度,在一定条件下可使比电阻处于较为有利的收尘范围;另一方面,更重要的是可以增加粉尘的表面导电,从而降低比电阻值。

(2)降低或提高气体温度。粉尘比电阻通常是随着温度升高而增加的,当达到某一极限(200~250℃)后又随着温度升高而逐渐降低。为使电除尘器有效地工作,通常采用增湿的办法来降低气体的温度,使比电阻降低;在某些情况下也可以采取加热的办法提高气体的温度,使比电阻下降,以改善收尘效果。

(3)各种导电添加剂具有降低粉尘比电阻的作

用。研究表明，在烟气中加入三氧化硫(SO_3)、氨(NH_3)、三乙胺[$N(C_2H_5)_3$]等添加剂对提高粉尘的导电性，降低粉尘比电阻均有明显效果。

2. 改变供电方式，采用新型结构的电除尘器

为了提高电除尘器效率，解决高比电阻粉尘的收尘问题，已研制出了许多新型结构的电除尘器，如超高压宽间距电除尘器、原氏电除尘器、双区电除尘器等。

(1)超高压宽间距电除尘器。传统的板式电除尘器电压为50～70 kV，极板间距为200～350 mm。超高压宽间距电除尘器与传统的结构类似，不同的是将电压提高到80～200 kV以上(所谓超高压)，并将间距加宽到400～1 000 mm(所谓宽间距)。

在超高压宽间距电除尘器中，荷电尘粒除了受库仑力的作用外，更多的是受高电压下产生的电风(由于离子流对气体分子的作用，气体向收尘极的运动称为电风或离子风)的作用。当电压升高到100 kV以上时，在电晕极附近的电风速度为9～16 m/s，而到达极板处仅为0.8～1.8 m/s(因极距大，速度衰减快)。在传统的电除尘器中，电晕极附近的电风速度仅为5～8 m/s，而到达极板处只降到2～3 m/s。由此可以看出，超高压宽间距电除尘器在电晕极附近产生的电风速度比传统的电除尘器高，而在收尘极附近的电风速度比传统的低。前者可以提高尘粒的驱进速度(尘粒向收尘极运动的速度)，减轻反电晕造成的影响；后者可以减少二次扬尘，使除尘效率得到提高。

(2)原氏电除尘器。原氏电除尘器是以日本静电集尘器公司经理原惠一命名的一种结构新颖的电除尘器。这种电除尘器(见图3)的收尘极由一系列圆管排列组成，电晕极为鱼骨形；同时在电晕极轴线上设有辅助电极，采用与收尘极同样的圆管3～5根，和电晕极交替布置。对辅助电极施加与电晕极极性相同的电压，可以产生高电场强度和低电流密度，这既有利于防止反电晕，又可捕集荷正电的粉尘，从而可以提高对高比电阻粉尘的捕集效率。在水泥熟料冷却机上进行的试验表明，当停留时间为3～5 s(比常规电除尘器缩短1/2)时，除尘效率仍可达99.95%～99.98%。此外，由于采用了圆管状收尘极，使收尘表面积(包括辅助电极的收尘面积)大为增加，约为常规电除尘器的1倍以上。

(3)双区电除尘器。一般(单区)电除尘器，粉尘的荷电与沉积是在同一电场中进行的；而双区电除尘器，则是分别在两个区段中进行，即粉尘在荷电区荷电后，在沉积区(收尘区)被捕集。

武钢从原联邦德国引进的FCD－4－35型双区电除尘器处理风量为18 400 m³/h，它具有以下特点：①电晕极采用正电负；②荷电区电压为14 kV，沉积区电

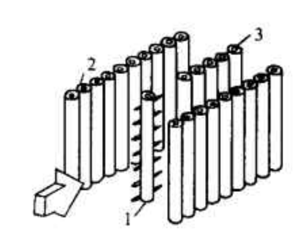


图3 原氏电除尘器

1—鱼骨形电晕极(－) 2—收尘极(＋)

3—辅助电极(－)

压为7 kV，仅为单区电除尘器的1/4～1/5。但由于极距仅为8～10 mm，为单区的1/12～1/15，所以电场强度可达8～10 kV/cm，约比单区大1倍。由于沉积区电场强度大，驱进速度高，驱进距离短，因而除尘效率高；③由于沉积区是由一系列平行平板组成的均匀电场，在供电电压低于火花放电电压(在两电极间出现一条或n条狭窄而曲折的发光通道的现象)时，没有电晕电流，即使处理高比电阻粉尘，也不致产生反电晕。

shishi chuchenqi

【湿式除尘器】 通过含尘气流与液体(通常是水)密切接触，使粉尘从气流中分离出来的设备称为湿式除尘器。

湿式除尘器的除尘机理 湿式除尘器的除尘机理大致可以概括如下：

1. 通过惯性碰撞、截留，尘粒与液滴或液膜发生接触；

2. 微细尘粒通过扩散与液滴接触；

3. 加湿的尘粒互相凝并；

4. 饱和状态下的高温烟气在湿式除尘器内凝结时，要以尘粒为凝结核，这样可促进尘粒的凝并。

粒径在1～5 μm的粉尘主要利用第一个机理，粒径在1 μm以下的粉尘主要利用后三个机理。

湿式除尘器的优缺点 湿式除尘器与其他除尘器比较具有以下优点：

1. 在消耗同等能量的情况下，湿式除尘器的除尘效率要比干式高，高能湿式除尘器(文氏管除尘器)对于小至0.1 μm的粉尘仍有很高的除尘效率；

2. 湿式除尘器能同时进行有害气体的净化，适用于处理高温、高湿的烟气以及黏性大的粉尘。在这种情况下，采用干式除尘器则往往受到各种条件的限制；

3. 湿式除尘器结构简单，一次投资低，占地面积少。

它的主要缺点是：

1. 从湿式除尘器中排出的泥浆要进行处理，否则会造成二次污染；

2. 不适用于憎水性和水硬性粉尘；

3. 在寒冷地区要防止冬季结冰。

常用的几种湿式除尘器 湿式除尘器的结构形式很多，常用的有如下几种：

1. 水浴除尘器。水浴除尘器的结构如图 1 所示，它由进气管、排气管、喷头、挡水板和水池本体等部分组成。含尘气体从进气管进入后，在喷头处以高速喷出，冲击水面，激起大量水花雾滴，粗大的尘粒随气流冲入水中而被捕集，细小的尘粒随气流折转 180°向上时，通过与水花和雾滴接触而被除下，净化后的气体经挡水板脱水后从排气管排出。

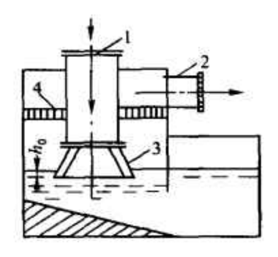


图 1　水浴除尘器

1—进气管　2—排气管　3—喷头　4—挡水板

水浴除尘器的效率和阻力主要取决于气流的冲击速度和喷头的插入深度，并随着冲击速度和插入深度的增大而增加。当冲击速度和插入深度增加到一定值后，如继续增加，其除尘效率几乎不变化，而阻力却急剧增加。水浴除尘器喷头的插入深度 h_0 一般取20 ~ 30 mm，冲击速度为8 ~ 14 m/s时，除尘效率一般可达 80% ~95%，阻力约为600 ~ 1 200 Pa。

这种除尘器的结构简单，造价低廉，可用砖或钢筋混凝土砌筑，耗水量少(0.1 ~ 0.3 L/m^3)，适合中小型工厂采用。但对细微粉尘的除尘效率不高，泥浆处理比较麻烦。

2. 旋风水膜除尘器。在干式旋风除尘器中，内旋涡从除尘器底部向上旋转时会把一部分已经分离出来的粉尘带出除尘器，有些在离心力作用下已经到达除尘器壁面的尘粒也可能被卷入内旋涡，这些因素都能降低除尘效率。

旋风水膜除尘器有立式和卧式两种。卧式旋风水膜除尘器又称鼓形除尘器，它的结构如图 2 所示，由横

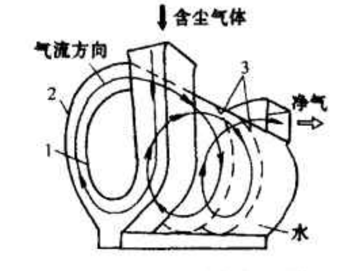


图 2　卧式旋风水膜除尘器

1—内筒　2—外筒　3—螺旋导流片

卧的外筒和内筒构成，内外筒之间设有螺旋形导流叶片。含尘气体由一端沿切线方向进入，在内外筒之间沿螺旋形导流叶片做旋转运动。尘粒在离心力作用下被甩至外筒的内壁上，气流流过除尘器下部水面时，由于气流的冲击和旋转运动，在外筒内壁上形成一层不断流动的水膜(约厚3 ~ 4 mm)，被甩到外筒内壁上的粉尘被筒壁上不断流动的水膜冲洗下来而落入泥浆槽。在旋转气流带动下，除了在壁面形成水膜外，还产生大量水滴，这些水滴与粉尘充分接触，使离心力分离不了的细小尘粒也能被捕集下来。净化气体经挡水板(图中未标出)排出。

这种除尘器由于筒壁上有一层水膜，可防止粉尘对筒壁的直接冲击和摩擦，故筒壁磨损较小。用尘粒密度 $\rho_c = 2\ 610\ kg/m^3$、中位粒径(粉尘粒径的累计质量分数等于 50% 时的粒径) $d_{50} = 6\ \mu m$的耐火黏土粉尘进行试验，除尘效率在 98% 左右，除尘器阻力约为 900 ~ 1 100 Pa。

3. 文氏管除尘器。文氏管除尘器(见图 3)由三部分组成，即引水装置(喷雾器)、文氏管本体及脱水器，从而在文氏管除尘器中实现雾化、凝并和脱水三个过程。

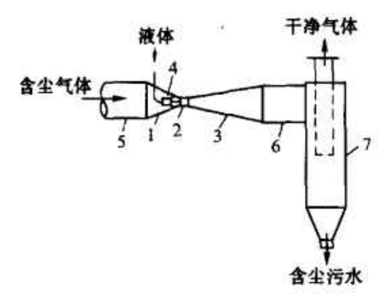


图 3　文氏管除尘器

1—渐缩管　2—喉管　3—渐扩管　4—喷嘴

5—进风管　6—连接风管　7—脱水器

文氏管本体由渐缩管 1、喉管 2 及渐扩管 3 组成。含尘气体由进风管 5 进入渐缩管 1，气流速度逐渐增加，在喉管 2 中气流速度最高，此时由于高速气液的冲击，使喷嘴 4 喷出的水滴进一步雾化(雾化过程)。在喷管中由于气液两相的充分混合，尘粒与水滴不断碰撞，凝并成为更大的颗粒(凝并过程)。气流在渐扩管 3 内速度逐渐降低，静压得到进一步恢复。已经凝并的尘粒经连接风管 6 进入脱水器 7 中，由于颗粒较大，在一般的分离器(如惯性除尘器、旋风除尘器等)中就可以将其分离出来(脱水过程)，使气流得到净化。

文氏管除尘器具有除尘效率高(对1 μm的粉尘，除尘效率也可达 99%)，结构简单，布置灵活，投资费用低，可处理高温高湿烟气等优点。它的主要缺点是阻力大，污水处理困难。

jingdian qianghua fuheshi chuchenqi

【**静电强化复合式除尘器**】 在通常的除尘器中加入电的作用以提高其性能的除尘器称为静电强化复合式除尘器。实践表明,在同一除尘器中利用互相促进的不同机理是提高除尘器性能的有力措施,特别是在通常的除尘器中加入电的作用,通过静电强化,可以大大提高其捕集微细粉尘的效率。几乎各种除尘器都可以用静电强化,组成各种类型的静电强化复合式除尘器,如静电强化旋风除尘器、静电强化袋式除尘器、静电强化湿式除尘器以及静电强化颗粒层除尘器等。

1. 静电强化旋风除尘器。图1为用作分离汽车排气中微细尘粒的静电强化旋风除尘器。它是在50 mm的小型旋风除尘器内设置4根直径为0.3 mm的镍铬丝作为电晕线,以12 V蓄电池作电源,利用油浸感应线圈产生高电压,形成电晕放电。用小于1 μm的氯化铵粉尘作试验表明,仅仅用旋风除尘器几乎不能分离,但在静电强化旋风除尘器中除尘效率却接近100%。

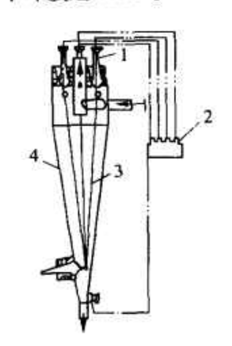


图1 静电强化旋风除尘器
1—绝缘子 2—高压直流电源
3—电晕线 4—旋风除尘器

2. 静电强化袋式除尘器。静电强化袋式除尘器有多种形式,图2为美国精密工业公司设计的称作阿皮特朗(Apitron)的静电强化袋式除尘器。阿皮特朗除尘器的滤筒由三部分组成,上部为织物制成的滤袋,其中心设1根压缩空气喷吹管,一直向下延伸到靠近滤袋下端;下部为一金属圆管(收尘极),中心悬挂1根作为电晕线(放电极)的金属线;中部为文氏管。实际上它们就相当于普遍的管式电除尘器和袋式除尘器的二级串联。

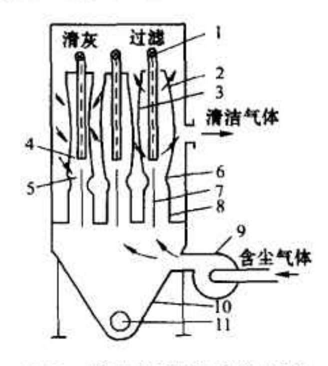


图2 静电强化袋式除尘器
1—压缩空气阀 2—滤袋 3—粉尘层 4—清灰喷吹管
5—二次空气吹扫 6—文氏管 7—电晕线(-)
8—收尘极(+) 9—风机 10—灰斗 11—螺旋输送机

含尘气体从金属圆管底部进入,向上平行流过电晕线,在电场作用下使尘粒荷电并沉积在管壁上。未被捕集的粉尘随气流通过滤袋而受到过滤。清灰时,压缩空气从喷吹管(一次空气)喷出,通过文氏管从滤袋外部诱导数倍二次空气流入滤袋,使滤袋突然收缩,再加上气流的反向作用,将粘附在滤袋内表面的粉尘清除下来。一次和二次混合的气流又把沉积在圆管内壁的粉尘除掉。全部清灰过程约0.5 s。

这种除尘器对1.6~40 μm的粉尘有99.99%的除尘效率。组合后处理风量可达8 500~1 700 000 m^3/h。在同样过滤风速下,阻力由常规袋式除尘器的1 000 Pa降到约100 Pa。如果保持同样的阻力,则处理风量可增加3倍。

国内已研制出多种形式的静电强化袋式除尘器,如在袋式除尘器前增设预荷电区的用于净化电焊烟尘的除尘机组;用于净化锡矿井下空气的除尘除氡子体复合式净化器[在过滤器(两级过滤,前级为滤袋,后级为滤纸)前设置预荷电段]。

3. 静电强化湿式除尘器。静电强化湿式除尘器有多种形式,图3为华盛顿大学提出的一种,它由荷电区、洗涤区和脱水器三部分组成。在洗涤区内装有两排喷淋管。含尘气体进入洗涤器前先通过荷电区,在荷电区中,由于负电晕放电使尘粒荷负电。在洗涤器内,由于喷嘴处于高压正电位而使雾滴荷正电。进入洗涤器后,尘粒因与雾滴所带电荷的极性相反而加强了相互间凝聚,并为雾滴所捕集。脱水器为正电晕放电,于是气流中荷正电的雾滴最终被捕集到带负电的极板表面上。

用锅炉飞灰做试验的结果表明,这种除尘器的效

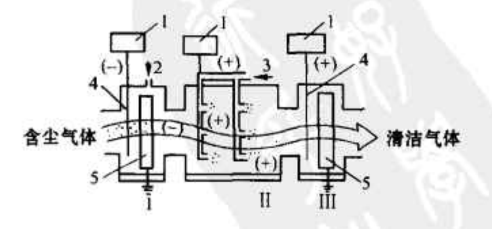


图3 静电强化湿式除尘器
Ⅰ—荷电区 Ⅱ—洗涤器 Ⅲ—脱水器
1—供电设备 2—冲洗水进口
3—洗涤水进口 4—放电极 5—极板

率可达96.1% ~99.5%。

xiechen zhuangzhi

【卸尘装置】 各种除尘器都装有卸尘装置，它应能顺利地排出粉尘，并使除尘器保持良好的气密性，以免漏风导致除尘效率降低或不能正常运行。选择卸尘装置时应首先了解排出粉尘的状态（干粉状或泥浆状）、粉尘特性（粘附性、含水量、粒径等）、排尘量及除尘器排尘口处的压力等，还应使卸尘装置的卸尘量与卸尘制度（间歇或连续）、除尘器排尘量和输尘设备的能力相适应。

卸尘装置的上方必须具有一定高度的灰柱或水柱，以形成灰封或水封，保证除尘器排尘口处的气密性。灰封或水封高度 H 可按下式计算：

$$H=\frac{\Delta p}{9.8\rho}+0.1\ \mathrm{m}$$

式中 Δp——除尘器内排出口处相对压力的绝对值，Pa；

ρ——粉尘的堆积密度或水的密度，$\mathrm{kg/m^3}$。

除尘器的卸尘装置可分为干式和湿式两类，干式卸尘装置用于排除干粉状的粉尘，而湿式卸尘装置则用于排除泥浆状的粉尘。常用的干式卸尘装置有翻板式卸尘阀、压板式卸尘阀、回转式卸尘阀和螺旋卸尘机等。常用的湿式卸尘装置有水封排浆阀、锥形排浆阀和满流排浆阀等。

fenchen hou chuli

【粉尘后处理】 粉尘后处理系指对从除尘设备捕集下来的粉尘（干粉尘或泥浆）进行妥善处理的各种方法。如果不对除尘设备捕集下来的粉尘进行妥善处理，就可能造成粉尘堆积或泥浆淤积，使除尘系统无法正常工作，还可能造成二次污染。在选择除尘器和设置通风除尘系统时，必须同时考虑粉尘的后处理问题。对可以回收利用的粉粒状物料，如耐火材料、水泥、染料、面粉等，一般采用干法除尘，通过就地直接回收或就地处理回收方式，将粉尘纳人工艺系统。有的工厂（如选矿厂等）工艺本身设有泥浆废水处理系统，在这种情况下如采用湿法除尘，可把除尘系统的泥浆和废水纳入处理系统。对除尘设备比较集中，粉尘量较大且距离较远，无法直接回收或没有再利用的可能时，可采用粉尘粒化（或球化）装置，制成粒状（或球状）物后，再用适当的运输设备送至工艺系统中或外运弃置。

chuchenqi xuanze

【除尘器选择】 选择除尘器时必须全面考虑有关因素，如除尘效率、阻力、一次投资费用、运行费用、占用建筑空间以及维护管理难易等，在通常情况下除尘效率常常是最主要的。一般说来，选择除尘器时应注意以下几个方面的问题：

1. 排放标准和除尘器进口粉尘浓度。在通风除尘系统中设置除尘器的目的主要是为了保证排至大气的气体粉尘浓度能够达到排放标准规定的要求。因此，排放标准是选择除尘器的首要依据。进口粉尘浓度越高，所要求的除尘效率也越高。因此，除尘器进口粉尘浓度（可取除尘系统的起始粉尘浓度）是选择除尘器的第二个重要依据。在单级除尘不能满足排放要求时，可采用多级除尘。

2. 粉尘的性质和粒径分布。粉尘的性质对除尘器的性能有较大的影响。例如，黏性大的粉尘容易粘结在除尘器表面，不宜采用干法除尘；比电阻过大或过小的粉尘不宜采用电除尘；水硬性或疏水性粉尘不宜采用湿法除尘；处理磨琢性粉尘时，旋风除尘器内壁应衬垫耐磨材料，袋式除尘器应适当降低过滤风速或采取斜向人口形式，利用惯性使粗颗粒粉尘直接落入灰斗，从而减小对滤袋的磨损。

不同的除尘器对不同粒径粉尘的除尘效率是完全不同的，同一除尘器对不同粒径粉尘的除尘效率也是不同的，选择除尘器时，必须了解处理粉尘的粒径分布（分散度）和除尘器的分级效率。

3. 气体的粉尘浓度。气体的粉尘浓度较高时，可在电除尘器或袋式除尘器前设置低阻力的初净化设备，除去粗大尘粒。

4. 气体的温度和性质。对于高温、高湿气体不宜采用袋式除尘器。如果气体中同时含有有害气体，可以考虑采用湿式除尘，但是必须注意防腐问题。

shifa fangchen

【湿法防尘】 利用某些粉尘有较好的亲水性这一特性来达到防尘目的的方法称为湿法防尘。如用水（或蒸汽）湿润、喷射或浸泡生产过程中的物料（或工件），以防止粉尘散发，或在产生粉尘的地点和场所喷雾、洒水，捕集飞扬或尚未飞扬起来的尘粒。湿法作业、水力消尘、蒸汽消尘、喷雾降尘、厂房水冲洗等均属湿法防尘的范畴。

湿法防尘是一种简便、经济、有效的防尘技术措施。许多厂矿由于采取了湿法防尘措施，使工作地点的粉尘浓度大幅度下降，改善了劳动条件和劳动环境。所以，凡是在生产中允许加湿物料（或工件）的工艺，均应首先考虑采用。

shuimo shiying

【水磨石英】 水磨石英是用湿法生产石英砂的俗称。石英砂广泛用于铸造、玻璃、电瓷等行业，需用量很大。石英粉尘中游离二氧化硅含量很高，如果在生产中不注意防尘，将会严重危害工人的身体健康。用干法生产石英砂难以解决粉尘危害，20 世纪 50 年代有的石英砂厂将干法改为湿法后，不但抑制了粉尘的飞扬，大大降低了作业点的粉尘浓度，而且还提高了产量和产品质量。据某石英砂厂统计，采用水磨石英

后，作业点粉尘浓度由原来每立方米几百毫克降到几毫克，甚至2 mg以下，同时产量提高了18%，石英砂的含铁量由干磨时的0.35%降至0.047%。

水磨石英生产工艺由破碎、筛分、脱水三个主要工序组成：

1. 破碎。大块石英石运至料场后，由带运输机送至料斗，在运输机上部装有喷水器，将石块上附带的泥沙杂质冲洗干净。然后石块经料斗进入颚式破碎机进行粗破碎，在破碎机上装有喷水管，使石块破碎在湿润条件下进行。如果在破碎机加料口和出料口处再辅之以排风罩，作业点粉尘浓度可以降到卫生标准以下。通过提升机将粗破碎后的小块石英送至双辊机或轮碾机中进行细粉碎，在粉碎过程中加入一定量的水，使水和石英砂达到合适的水砂比。实践表明，在使用双辊机湿法生产，当水砂比等于或大于1∶2.5时，作业点的粉尘浓度即能达到卫生标准。

2. 筛分。细粉碎后的石英砂由提升机送至圆滚筛，由于筛分是在水中进行的，这就防止了筛分过程中粉尘的飞扬。

3. 脱水。筛分后的石英砂含有25%～27%的附着水，需要在离心脱水机中进行脱水，附着水含量降到6%～12%时才能符合使用单位要求。

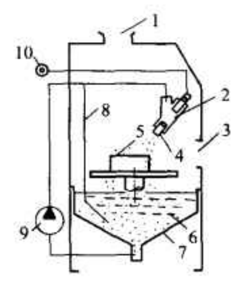
shimian shifa fangxian

【石棉湿法纺线】 利用分散剂将石棉绒均匀地分散在浆液中，使之呈胶体状，然后打浆成膜，加捻成线的纺线工艺称为石棉湿法纺线。该法可用OT作分散剂，OT是一种阴离子表面活性剂。

过去生产石棉纺织制品，一直是沿用棉、毛的梳纺方法。这种方法在整个生产过程中均产生大量粉尘，给工人的健康带来危害。为了降低作业点的粉尘浓度，通常采用通风除尘的方法，但这种方法需要庞大的通风除尘设备，还需要消耗较多的动力。此外，为了梳纺的工艺需要，必须在梳纺过程中加入补强材料——棉花。为了从根本上解决粉尘危害，充分利用短石棉纤维，节省棉花，产生了石棉湿法纺线新工艺。石棉湿法纺线的工艺流程如下：原棉处理→水选除杂→浸泡→打浆→成膜→纺线→编织→成品。这种新工艺不但从根本上消除了粉尘危害，而且使短纤维石棉资源得到充分利用。由于不需要加棉花，故产品的耐热性能和强度都有所提高。湿式作业目前只用于生产石棉纺织制品。

moye pensha

【磨液喷砂】 将磨料和水（或液体）的混合物喷射到工件表面来清除工件表面的毛刺和氧化皮的方法称做磨液喷砂。近百年来，在机器制造工业中，广泛采用磨料喷砂（即干法喷砂）工艺来清理或光饰工件表面。磨料喷砂虽然具有简单方便的优点，但也存在以下缺陷：(1)一定数量砂粒破碎，磨料损耗大；(2)工件表面出现凹坑，降低了工件表面的光洁度；(3)产生大量粉尘。



磨液喷砂工作原理

1—排风口　2—喷枪　3—工作孔　4—喷嘴
5—工件　6—磨液　7—贮箱　8—旁路管
9—磨液泵　10—压缩空气管

磨液喷砂就是为了解决传统的磨料喷砂存在的问题而产生并发展起来的一种新型的喷砂工艺。磨液喷砂机的结构如上图所示。磨液泵把一定浓度的磨液从贮箱底部送到喷枪。喷枪前的旁路管使部分磨液回到贮箱，对磨液起搅拌作用，以利磨液泵正常有效地工作。压缩空气由单设的管道通到喷枪，使磨液从喷嘴以高速喷射到工件表面，然后返回贮箱，循环使用。磨液是用掺有“缓蚀脱脂剂”的清水和适当粒度的磨料（石英砂、碳化硅等）按一定比例混合而成的。缓蚀脱脂剂有缓蚀和脱脂作用，能使工件保持无锈、无油渍的清洁、美观的表面。用磨液喷砂时，由于有一层液膜裹覆着磨料，故能减少磨料的破碎，防止粉尘的产生。此外，这层液膜还起到润滑和缓冲作用，从而避免镶嵌现象发生，大大提高了工件表面的粗糙度。

shifa qingsha

【湿法清砂】 利用湿法除去铸件表面的型砂和芯砂的方法统称为湿法清砂。利用湿法进行清砂的方法很多，常见的有以下几种：

1. 水力清砂。利用水力除去铸件表面粘砂的方法称为水力清砂。它是利用高压水泵将水压升高到$(65\sim200)\times10^5$ Pa，然后通过水枪的喷嘴以高速喷射到铸件表面，使铸件上粘附的型砂在高压水冲击下剥离铸件，从而达到铸件清砂的目的。型砂与水一起经地沟流入砂水池，经脱水烘干后回收使用。水力清砂不但可以使清砂工人免受粉尘之害，而且还可以减轻劳动强度，提高生产效率。水力清砂与风动工具清砂相比，生产效率可提高5～6倍。

水力清砂装置主要由以下4部分组成：

(1)高压水泵。高压水泵是水力清砂的关键设备，正确地选用高压水泵是保证清砂效果的最重要一环。一般高压力、小流量的柱塞水泵可以用江河水或自来水作介质进行清砂。

(2)水枪。高压水经水枪的喷嘴喷出,由于高压水的摩擦,喷嘴的孔径会因磨损而扩大,从而使水压降低,影响清砂效果,所以水枪的喷嘴应用耐磨材料(如工具钢)制作。喷嘴的孔径根据水泵的水压和水量而定,一般为1~4 mm。

(3)操作台。操作台是操纵水枪的地方,水枪、水泵和工件转盘小车的控制箱都在此安装。

(4)工件转盘小车。工件转盘小车用于放置清砂铸件。小车能进出清砂室,可兼作清砂室内外运输铸件之用。为了使铸件的四周都能被高压水喷射到,此小车应能任意转动。

2. 水爆清砂。将出箱后具有一定温度的铸件浸入水中,通过渗水、汽化、增压而达到临界压力(超过周围粘砂或芯砂的封闭阻力)使之产生爆炸,以清除铸件表面的粘砂和芯砂的方法叫做水爆清砂。

它具有以下特点:

(1)设备简单,真正属于水爆清砂的设备就是一个水爆池;

(2)水爆清砂只消耗铸件本身的热量,而不需要依靠外力。从节能的角度,比其他清砂方法优越;

(3)由于整个清砂过程都是在水爆池内进行的,因此清砂过程没有粉尘飞扬,从根本上消除了粉尘危害;

(4)水爆清砂能一次将芯砂基本上清除掉,因而大大提高了工效,与用风动工具清砂相比,工效可提高十几倍到几十倍。

为了保证铸件质量,避免由于温度控制不好而造成裂纹等缺陷,在工艺上对铸件入水温度和水爆池水温都有一定要求。对铸钢件,一般认为合适的入水温度为40~60 ℃。至于水爆池水温,对中、小型铸件,水温控制在30~40 ℃之间较为合适;对大型铸件,水温可控制在30~60 ℃之间。

为了再生落在水爆池内的旧砂,可设置旧砂再生流水线,用水力提升机把水爆池底部的砂浆抽出,经过筛分、脱水、烘干后回收使用。

3. 电液压清砂。电液压清砂是利用高压脉冲发生装置在水中高压放电时产生的冲击波,来清除铸件上的型砂和芯砂的。清砂时,将铸件放置在装有电极的水槽中。这种清砂方法的原理是:高脉冲电压(80 kV)在水中放电时,能使放电通道中的水高速扩张,形成空穴,产生冲击波。冲击波的压力可达到数百兆帕,速度可达到1 500~2 000 m/s。冲击波向外扩张,使水中的铸件受到一次冲击压缩,瞬间空穴又被水在极大的向心速度下填充,使水中的铸件又受到一次相反方向的冲击压缩。电极间每脉冲放电一次,水中的铸件就受到两次冲击波的作用。在冲击波的重复作用下,铸件上的型砂和芯砂被剥落下来,从而达到清砂的目的。

电液压清砂具有耗电量少(为抛丸清砂或水力清砂的10%左右)、生产效率高(比风动工具清砂高4~6倍)、不产生粉尘等优点。20世纪70年代以来,前苏联和东欧一些国家开始使用这种新的清砂方法。在前苏联不论是有色金属铸件还是钢铁铸件,不论是砂型铸件还是熔模铸件,也不论铸件大小、简单复杂,从不到1 kg到15 t重的铸件以及砂芯较多、较复杂的发动机缸体缸盖铸件均有采用电液压清砂的。在我国,目前只应用于中、小型铸件清砂。

4. 化学清砂。利用化学药剂(常用的是苛性钠)同砂粒或氧化皮的化学反应,达到清除铸件上的残砂、粘砂和氧化皮的方法称为化学清砂。它的化学反应式为:

$$2NaOH + SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

通过这一反应,使型砂或型壳中的主要成分 SiO_2 逐渐溶解,成为硅酸钠;其他成分多属于酸性氧化物,也溶于碱液。由于清砂是在碱液池中进行,故清砂过程不会产生粉尘。

这种清砂方法可以节省工时,提高铸件质量,特别适用于清理具有复杂内腔、盲孔的小型精密铸件。除了铝合金铸件因能与碱起强烈化学反应不适宜采用外,对于黑色金属和铜合金等常见合金品种都能应用。目前此种清砂方法存在的问题是碱耗量较大。

shuili xiaochen

【水力消尘】 用水作介质进行消尘的方法叫做水力消尘。水力消尘通常是往装卸、破碎、筛分、转运过程中的物料加水,湿润物料,以减少和防止粉尘散发,或在产尘地点对已产生的粉尘喷洒水雾,捕集飞扬的粉尘。

水力消尘的加水量 水力消尘的加水量取决于物料量、物料原始含水量和最终含水量,可按下式计算:

$$W = G(\varphi_2 - \varphi_1) \quad \text{kg/h}$$

式中 G——处理物料量,kg/h;

φ_1——物料原始含水量,%;

φ_2——物料最终含水量,%。

物料最终含水量应根据生产工艺最大允许含水量和水力消尘最佳含水量(物料在输送中不产生粉尘的最小含水量)来确定。当生产工艺允许物料大量加水,即物料允许含水量大于最佳含水量时,采用最佳含水量值;当生产工艺对物料加水有一定限制,即允许含水量小于最佳含水量时,采用物料允许含水量值。一般可按下表选取。

采用水力消尘应注意的问题 在采用水力消尘时,应注意以下几点:

1. 采用水力消尘不得影响产品的质量和产量。凡加水会引起产品水解或粉化的工艺流程,不允许设

置水力消尘,如耐火材料厂煅烧后的镁砂、白云石等工艺流程。对允许设置水力消尘的工艺流程,当加水过多会影响产品质量和产量时,应控制加水量。如应避免筒磨机、球磨机"粘球",轮碾机底孔板堵塞和筛子"糊网"等故障。

物料最终含水量

厂 别	物料名称	物料最终含水量(%)
破碎筛分厂	金属矿石	6~8
	石灰石矿石	4~6
	白云石矿石	4~6
	煤	8~12
	焦 炭	8~12
	石 英	4~6
铸 造 厂	铸造用砂	4~6

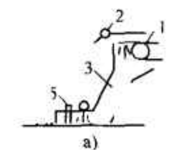
2. 布置喷嘴时,应使喷水均匀,并防止水滴或水雾溅落到工艺设备的运转部件上,以免影响设备正常运转。

3. 当水力消尘与通风除尘同时设置时,喷水点与排风罩之间应设置橡皮挡帘(图1b和图3b),以防水雾被吸入除尘系统。

4. 水力消尘的控制阀门应尽可能与生产设备以各种简单的方法实现联锁。

5. 由于普通水表面张力较大,而多数粉尘又都具有一定的疏水性,用普通水不易迅速、完全地湿润和捕捉它们。为了改善水对某些疏水性强的粉尘的湿润和捕捉性能,可在清水中添加湿润剂、泡沫剂和使用荷电水雾进行水力消尘的新技术。

几种工艺设备的喷嘴布置 几种工艺设备上喷嘴的布置如图1~图3所示。



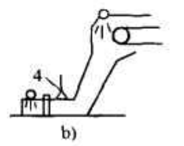


图1 带机转运点喷嘴布置
a)无排风罩 b)有排风罩
1—带机 2—喷嘴 3—溜槽 4—排风罩 5—橡皮挡帘

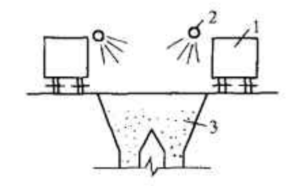
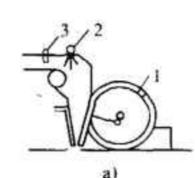


图2 翻斗车卸料槽喷嘴布置
1—翻斗车 2—喷嘴 3—料槽



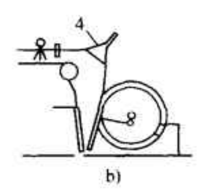


图3 颚式破碎机上部喷嘴布置
a)无排风罩 b)有排风罩
1—颚式破碎机 2—喷嘴 3—橡皮挡帘 4—排风罩

penwu jianchen
【喷雾降尘】 在扬尘点多而又无法密闭或不能妥善密闭的厂房内喷洒微细的水雾,将悬浮在空气中的粉尘清洗下来,并使地面保持湿润,防止落在地面的粉尘再次飞扬,这种防尘措施叫做喷雾降尘。在炎热季节使用喷雾降尘还兼有降温作用。

喷雾降尘用水量一般按地坪经常保持湿润的条件确定,可近似按下式计算:

$$W=7.5(0.031+0.0174v)(p_2-p_1)F \quad kg/h$$

式中:v——地坪表面上的空气流速,在没有测定数据时,可按0.3~0.5 m/s选取;

p_2——水温下饱和空气中的水蒸气分压力,kPa;

p_1——室内空气温度下,空气中的水蒸气分压力,kPa;

F——洒湿地坪表面积,m^2。

厂房喷雾降尘可采用101型(固定式,可设置在墙柱上)和103型(悬吊式)电动喷雾机,其作用半径为5~6 m,布置间距为12 m×12 m,额定功率为0.18 kW,给水压力为20 kPa,耗水量为120 kg/h。喷雾机供水水质应符合生活饮用水标准,其水平设置的供水管道应有0.002的坡度,坡向供水立管。喷雾机上的喷嘴应设在配水管的最高点,防止停机后喷嘴滴水。

changfang shui chongxi
【厂房水冲洗】 厂房水冲洗就是利用水冲洗设施,用水冲洗厂房内的积尘表面,以达到消除二次尘源,防止二次扬尘的目的。

厂房水冲洗是从洒水清扫发展起来的。洒水清扫对防尘有着明显效果,如某厂硅水泥工段实行洒水清扫后,使作业点含尘质量浓度由原来的3~8 mg/m³下降到2~2.3 mg/m³。但洒水清扫不彻底,劳动量较大,在某些车间(如黏土车间)会引起走路打滑,给人员走动造成困难。水冲洗则是彻底和卫生的清扫方法,地面、墙壁、设备外罩都可冲洗干净。如某厂成型工段(装有较完善的通风除尘设备),在实行全面厂房水冲洗以前,经39次采样测定,含尘质量浓度最高为13 mg/m³,最低为1 mg/m³,平均为4.5 mg/m³。在实行全面厂房水冲洗后,经143次测定,含尘质量浓度最高为5 mg/m³,最低为1 mg/m³,平均为1.5 mg/m³。许多

耐火材料厂的经验表明，完善的通风除尘设备只有在厂房全面的水冲洗辅助下，才能达到卫生标准（2 mg/m³）。

为实现厂房水冲洗，建筑物外围结构的内表面应做成光滑平整的水泥砂浆抹面。地面和各层平台均应考虑防水，并有不小于1%的坡度，坡向排水沟或下水箅子。各层平台上的孔洞（安装孔、楼梯口等）要设防水台。对禁止水湿的设备应设置外罩，所有金属构件均应涂刷防锈漆。北方地区应设采暖设备，建筑物外围结构内表面温度应保持在0℃以上。供水点（即喷头）应根据设备配置情况布置，要保证能够冲洗到所有应该冲洗的地点；在不被设备或建筑物隔挡的情况下，每个供水点的作用半径以10～15 m为宜；供水压力不低于2×10^5 Pa，每个供水点的供水量为1.5 L/s，用水量按每冲洗1 m²面积耗水 6 L 计算；冲洗周期根据具体情况确定，一般每班冲洗 2～4 次。

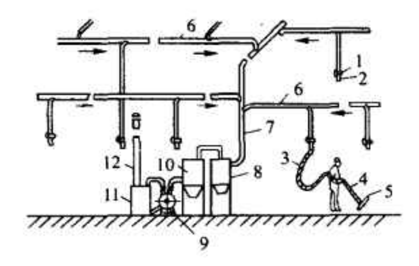
zhenkong qingsao

【真空清扫】 利用风机作动力，用吸嘴吸除积尘的方法称为真空清扫。在生产过程中产生的粉尘除了大部分被吸尘罩、高压静电抑尘装置等防尘设施所捕集和抑制外，从产尘设备密闭罩的缝隙或开放性尘源逸散到车间空气中的粉尘，最终将沉积于地面、墙壁、建筑构件和设备上，形成二次尘源。据有关资料介绍，在工业厂房中，当尘源有良好的密闭和有效的排风时，每小时单位平方米所沉积下来的粉尘有1～5 g；在严重扬尘情况下可达5～20 g；在敞开的产尘设备附近可达到几十克。这些积尘由于机器设备的振动或转动、车辆的来往、人员的走动以及车间内气流（由于通风或冷热气流对流所形成的气流）的带动就会再次飞扬（即二次扬尘），散布到整个车间，使车间空气的粉尘浓度显著增加。所以，定期消除二次尘源乃是防尘工作中重要的一环。

这些积尘不宜采用一般的清扫方法，更不能用压缩空气去吹，否则将会造成大范围的污染。最简便而又经济有效的一种方法是用水冲洗，但这种方法不是任何场合都适用。当受到生产或工艺条件限制不宜采用水冲洗方法时，可采用真空清扫方法。真空清扫是现代化工厂消除二次尘源、防止二次扬尘常用的一种方法。它是依靠风机或真空泵的吸力，用吸嘴将积尘（连同运载粉尘的气体）吸进吸尘装置，经除尘器净化后排入室外大气或回到车间空气中。

真空清扫吸尘装置主要有以下两种形式：

1. 集中式。集中式适用于清扫面积较大、积尘量大的场合，它运行可靠，只需少数人员操作。下图所示的是集中式真空清扫吸尘装置。该装置的管接头可达数十个，但由于装置容量所限，容许同时使用的一般不超过 5 个。在只有 2～3 个吸嘴同时使用时，可以清扫 2 000～3 000 m²的积尘；当有 3～5 个吸嘴同时使用时，可以清扫4 000～5 000 m²的积尘。用吸嘴清扫地面的速度取决于粉尘的性质、厚度以及表面状况，一般每小时可清扫180～400 m²。该装置能清扫粒径较大的尘粒，其最大作用半径（该装置的清扫管道所能伸延的长度）可达200 m。由于集中式真空清扫吸尘装置是在高真空（即高负压）下工作，所以要求管路系统和设备均应具有高度的气密性和较高的机械强度。



集中式真空清扫吸尘装置

1—堵头 2—管接头 3—软管 4—吸嘴把手
5—吸嘴 6—引出管 7—干管
8—旋风除尘器 9—水环式真空泵
10—袋式除尘器 11—集水箱 12—排风管

上海除尘设备厂生产的集中式真空清扫吸尘装置有两种：一种是 ZX-1-3 型，该装置可装设10～20 个管接头，允许同时使用 3 个；另一种是 ZX-1-5 型，该装置可装设20～30 个管接头，允许同时使用 5 个。

2. 移动式。移动式真空清扫机为一整体设备，它由吸嘴、软管、除尘器、高压离心式鼓风机或真空泵等部分组成。这种清扫机用于积尘量不大的厂房中，也可作为集中式的补充，使用起来比较机动灵活。随着工业生产的日益现代化，国内外发展了多种形式和用途的真空清扫机。现将有代表性的几种列于下表中。

真空清扫机的性能规格

型　号	风量 (m³/h)	真空度 (kPa)	功率 (kW)	外形尺寸 (mm)	质量 (kg)	备　注
V-1	162	19	1	430×370×700	75	移动式，用于工厂一般清扫
V-5N	0 198 396	24 22 14	3.7	1 360×640×1 300	228	移动式，用于工厂一般清扫

续表

型　号	风量 (m^3/h)	真空度 (kPa)	功率 (kW)	外形尺寸 (mm)	质量 (kg)	备　注
IS150	750	35	11.2	—	—	移动式，用于工厂、建筑物、机器、车轨、隧道等清扫
S-3	1 150	55	18.7	—	—	可移动，也可固定接吸尘系统，配真空泵
真空清扫车	—	55 99	56 112	—	—	清扫大量尘土用，配真空泵
GAM-52B	3 360(max)	55	56	—	—	固定式，可接吸尘系统，每侧接管可长至100 m，配真空泵
ZJ033A	600(max)	30	5.5	780×1 720×1 980	430	移动式，苏州第三铸造机械厂产品
GSD-240	240	34	3.0	—	170	移动式，原机械部第六设计研究院产品
GSD-360	360	34	5.5	1 070×790×1 950	250	移动式，原机械部第六设计研究院产品
YZX-Ⅰ	350	25	4.0	1 160×410×1 100	150	移动式，用于吸除质轻物料，北京建中机械厂产品
YZX-Ⅱ	350	25	4.0	1 220×410×1 100	150	移动式，用于吸除质重物料，北京建中机械厂产品

qili shusong

【气力输送】 利用气流来输送物料，通过管道将其输送到指定地点的方法叫做气力输送。

气力输送的应用和优缺点 气力输送的应用已有100多年的历史，早在1853年邮局就用来输送信件，1883年港口用于装卸粮食，到20世纪初开始用于工业生产。但作为防尘的一项技术措施，在车间内外用来输送型砂、煤粉、金属粉末、化肥、水泥、粮食、棉花、烟叶等粉粒状和纤维状物料，还是近几十年的事。目前，我国已有一些橡胶厂，如苏州橡胶厂、无锡橡胶三厂等开始使用带有气力输送装置的槽车运输炭黑，并实现了炭黑从生产厂至使用单位的炭黑贮料仓之间的全部密闭输送。气力输送把工艺改革与防尘工作紧密结合起来，既促进了生产，又从根本上改善了劳动条件和生产环境。

气力输送具有防尘效果好；便于实现机械化、自动化，可减轻劳动强度，节省人力；在输送过程中，可以同时进行多种工艺操作，如混合、粉碎、分选、干燥、冷却；防止物料受潮、污染或混入杂物等优点，因而在铸造、冶金、化工、建材、粮食加工等部门都得到应用。它的主要缺点是动力消耗较大；设备（主要是分离器入口）和管道（主要是弯头）磨损较快，如果设计、施工或运转不当，则容易造成物料沉积，以致堵塞，使输送中断；不宜输送湿度大、黏性大或易破碎的物料等。

气力输送系统的主要设备和部件 气力输送系统一般由受料器（如喉管、吸嘴、发送器等）、输送管、风管、分离器（常用的有容积式和旋风式两种）、锁气器（常用的有翻板式和回转式两种，既可作为喂料器，又可作为卸料器）、除尘器和风机（如离心式风机、罗茨鼓风机、水环真空泵、空压机等）等设备和部件组成。受料器的作用是进入物料，造成合适的料气比，使物料启动、加速。分离器的作用是将物料与空气分离，并对物料进行分选。锁气器的作用是均匀供料或卸料，同时阻止空气漏入。风机的作用是为系统提供动力。真空吸送系统常用高压离心风机或水环真空泵；而压送系统则需用罗茨鼓风机或空压机。

气力输送系统的类型和特点 气力输送系统根据工作压力不同，可以分为吸送式和压送式两大类。吸送式根据系统的真空度，可分为低真空（真空度小于9.8 kPa）和高真空（真空度为40～60 kPa）两种。压送式根据系统作用压力，可分为高压〔压力为$(1\sim7)\times10^5$ Pa〕和低压（压力在0.5×10^5 Pa以下）两种。此外还有在系统中既有吸送又有压送的混合系统、封闭循环系统（空气作闭路循环，物料可全部回收）和脉冲气力输送系统。

1. 低真空吸送系统。这种系统是依靠风机的抽力，使整个系统在负压下工作。系统的真空度较低，一般为6～8 kPa。图1为某铸造车间旧砂的低真空吸送系统示意图。由落砂机落下的旧砂，经筛分除去大的铁块及杂物，用皮带机将旧砂送至磁选筒，除去铁渣。在负压作用下，旧砂和空气一起被吸入喉管。喉管的作用是接受物料（旧砂），并吸入空气使物料启动、加速后送入输料管，经输料管进入分离器。在分离器中

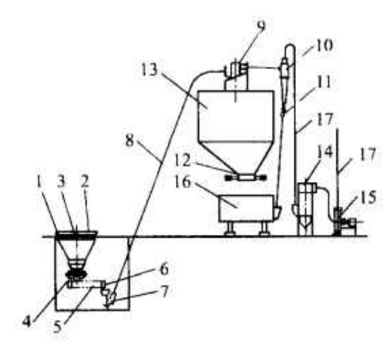


图1　低真空吸送系统

1—落砂机　2—格栅板　3—落砂斗　4—圆盘给料机　5—带机　6—磁选筒　7—喉管　8—输料管　9—旋风分离器　10—旋风除尘器　11—锁气器　12—卸料器　13—贮料斗　14—泡沫除尘器　15—风机　16—混砂机　17—风管

物料被分离出来，落入贮料斗备用。含尘气体经除尘器净化后，经风机排入大气。

低真空吸送系统具有设备比较简单，使用和维修简便，适用于数处进料向一处输送，吸料点处无粉尘飞扬，管道和设备不严密处不会冒尘等优点。但是它的输送距离短，生产率（输料量）比较低。为了增大输送距离和生产率，可以采用高真空吸送系统。

2. 脉冲气力输送。以柱塞流（间断流）的形式输送物料的方法称为脉冲气力输送。

脉冲气力输送是国外于20世纪60年代发展起来的一项新技术，我国于20世纪70年代中开始引进。近年来已在化工、机械、建材、冶金、轻工等部门得到应用。其工作原理（见图2）是：被输送物料由料斗1进入压送罐2（罐内压力约为60～220 kPa），在压缩空气作用下进入输料管3。脉冲气流通过气刀4（气刀压力约为80～240 kPa）进入管道。这样，物料即被气刀分隔成不连续的固体流（柱塞流）而被输送。物料柱塞的长度可由气刀的脉冲气流来控制，气刀间断地向输料管内通入空气，切割料柱，使之成为不连续的柱塞流（一段料柱塞，一段气柱塞），靠气体静压推动输送。气刀是一种由电磁阀控制的通气阀门，电磁阀由脉冲

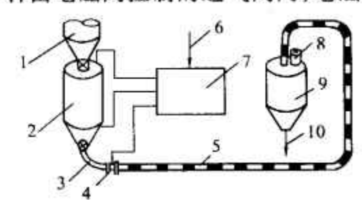


图2　脉冲气力输送系统

1—料斗　2—压送罐　3—输料管　4—气刀　5—脉冲输料管　6—压缩空气输入　7—脉冲发生器　8—空气净化器　9—卸料斗　10—物料出口

信号发生器控制，按所需的启闭时间作脉冲送气，使由压送罐下来的粉粒状物料被空气割刀切成相同长度的物料柱塞。

脉冲气力输送系统由于具有生产率高（料气比 M 可达30～300），输送距离长（可达500 m），耗气量少，输送风速低（一般只有1～2 m/s），管道磨损少，输送过程中物料不易破碎，能耗较低等优点，因而是一种很有发展前途的气力输送方式。

jingdian yichen

【静电抑尘】　静电抑尘系指应用高压静电场对开放性尘源进行就地抑制的技术。这是近年发展起来的一项新的防尘技术，它把静电除尘的基本原理和尘源控制方法结合起来，从而达到就地抑制开放性尘源的目的。

结构原理　高压静电抑尘装置如图1所示，它由电源控制器、高压发生器和高压静电场三部分组成。电源控制器1起操作、调压、控制和过流、过压保护等作用，并向高压发生器2（由高压变压器和高压硅整流器组成）供电。高压发生器将输入的交流电进行升压整流后，通过电缆3向电晕线4输送直流负高压。这样，电晕线与"地"（即开放性尘源8）之间就形成一个高压静电场。在静电场中，电晕线周围的空气被电离，产生大量正负离子。正离子5向负极（即电晕线）方向运动，负离子6向正极（即尘源）方向运动。负离子向尘源方向运动过程中，使尘粒7荷电。粒径大于0.5 μm的尘粒以碰撞荷电为主，小于0.2 μm的以扩散荷电为主。在尘源表面上的一部分尘粒荷电后，就粘附在尘源上不能飞扬；另一部分已经飞扬起来的尘粒荷电后，在电场力（包括库仑力、离子风力、静电凝聚力）和尘粒自身的重力作用下，迅速返回尘源，从而达到就地抑制的目的。

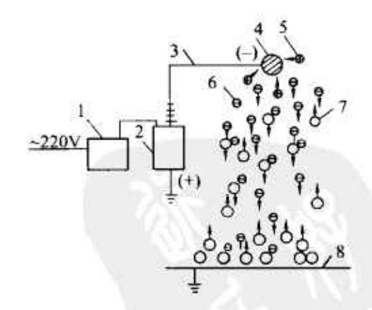


图1　高压静电抑制开放性尘源装置示意图

1—电源控制器　2—高压发生器　3—高压电缆　4—电晕线　5—正离子　6—负离子　7—尘粒　8—尘源

主要特点　高压静电抑制开放性尘源技术主要有以下特点：

1. 能就地抑制开放性尘源，抑制效果好。许多应用现场的实测数据表明，在电场供电电压为60～80 kV

时，抑制效率大致在 85% ~95%；若进一步提高电压，抑制效率可达 95% 以上。

2. 结构简单，施工方便，占地面积少，只要在尘源上方架上 1 根或数根电晕线，接上高压直流电源就可使用。

3. 与通风除尘方法相比，可省去吸尘罩、风管和风机等设备。由于不需要风机，又不需向室外排风，故无噪声，有利于北方地区冬季保温取暖。

4. 能耗低，约为通风除尘能耗的 1/5 ~ 1/10。

5. 电场工作时，产生大量负离子（5×10^4 ~ 5×10^6）个/cm³，有助于改善工作环境的空气质量。

但是，这项技术的应用易受到现场和工艺条件的限制，不是对任何尘源都适用。在应用该技术抑制具有爆炸危险性粉尘（如麻尘、粮食粉尘等）时要特别慎重，必须模拟使用现场的实际条件，进行电点火爆炸试验，在确保安全的情况下方可应用。

抑制效率 在高压静电抑制开放性尘源技术中，常用抑制效率来反映敞开式静电场的抑制效果。抑制效率可用下式计算：

$$\eta=\frac{C_1-C_2}{C_1}\times100\%$$

式中 C_1——向电晕线供电前，开放性尘源上方（或工人工作地点）空气粉尘质量浓度，mg/m³；

C_2——向电晕线供电后，开放性尘源上方（或工人工作地点）空气粉尘质量浓度，mg/m³。

由于测点位置不同，粉尘浓度不同，由此计算出来的抑制效率数值也就不一样。如何确定测点位置，目前还没有统一规定。因此，在给出抑制效率数值时，应同时注明测点位置。

电场供电电压、异极距、线间距、粉尘粒径、粉尘浓度、粉尘飞扬速度、室内气流运动、尘源宽度、电晕线直径和形状对抑制效率都有不同程度影响。试验研究表明：①在敞开式超高压静电场中，在异极距一定时，抑制效率主要取决于电场供电电压；②当粉尘飞扬速度大于0.8 m/s时，抑制效率将显著下降。通常情况下，粉尘飞扬速度很低，一般都在0.5 m/s以下。所以，在尘源周围没有较大的气流扰动情况下，粉尘的飞扬速度对抑制效率几乎没有影响。

实际应用 目前，高压静电抑尘技术已在冶金、建材、矿山、粮食、轻工、机械、核工业等部门得到应用。抑制的尘源有振动筛、破碎机、带机转运点、井下坑道、皮毛刮软机、皮毛裁制工作台等。抑制的粉尘有金矿粉尘、钨矿粉尘、铀矿粉尘、铜矿粉尘、焦炭粉尘、水泥粉尘、粮食粉尘、皮毛粉尘、电焊烟尘、炮烟（井下放炮时产生的烟尘）等。从实际使用情况看，均取得较好效果。下面仅介绍其中一例。

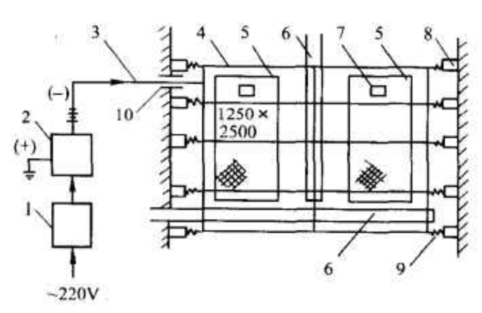


图 2 振动筛抑尘装置

1—电源控制器 2—超高压发生器 3—高压电缆 4—电晕线 5—振动筛 6—带机 7—下料口 8—绝缘子 9—弹簧 10—绝缘套管

图 2 是某金矿选矿厂振动筛抑尘装置简图。该装置使用 CGJ－1 型（180 kV/10mA）超高压直流电源设备，它由电源控制器 1 和超高压发生器 2 组成。直流负高压经高压电缆 3 输送到设置在振动筛 5 上方 0.6 m处的电晕线 4 上，电晕线（直径为0.5 mm钢丝）用固定在墙壁上的绝缘子 8 支承。在电晕线和绝缘子之间串有弹簧 9，起拉直电晕线和缓冲作用。在两筛中间的带机 6 上方架设了一根电晕线，用它来抑制振动筛落料时扬起的粉尘。该装置在电场供电电压为 180 kV（电场强度为300 kV/m）、电晕电流为8 mA时，抑制效率为 99.1%（在振动筛上方1 m处测定）。

cechenyi

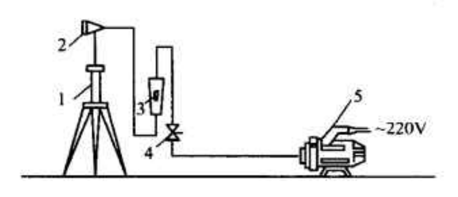
【测尘仪】 测尘仪系指测定工作地点空气粉尘浓度的仪器。

测定目的 测定工作地点空气粉尘浓度是防尘工作的重要组成部分。测定的目的是为了检验工人工作地点的粉尘浓度是否符合卫生标准的规定，以此来评价现有防尘措施的实际效果，为改进现有防尘措施和制定新的防尘措施提供依据。

测尘装置和测定原理 测定工作地点粉尘浓度的方法很多，大多采用滤膜计重测尘法。滤膜测尘装置主要由采样头、流量计和抽气泵三个部件构成（见下图）。为了在测尘时便于携带和使用，常用的测尘装置，如武安—76 型测尘仪、鞍劳 D—4 型测尘仪等，已把采样头、流量计和抽气泵等部件组装在一个小箱内，成为便携式测尘仪。

当抽气泵开动时，工作地点的含尘空气通过采样头被吸入，粉尘被阻留于夹在采样头内的滤膜（一种由高分子化合物制成的超细纤维薄膜）表面上。根据滤膜在采样前后增加的质量（即被阻留在滤膜上的粉尘质量）、采样流量和采样时间，就可按下式算出工作地点空气中的粉尘质量浓度：

$$c=\frac{G_2-G_1}{V_N}\times1\ 000\quad \mathrm{mg/m^3}$$



滤膜测尘装置

1—三脚架　2—采样头　3—浮子流量计
4—调节流量螺旋夹　5—抽气泵

式中　G_2——采样后滤膜质量,mg;

G_1——采样前滤膜质量,mg;

V_N——换算成标准状况下的空气体积,L。

换算公式如下:

$$V_N = L\tau\frac{273}{273+t}\times\frac{p_0}{101.3}\quad \text{L}$$

式中　L——采样流量,L/min;

τ——采样时间,min;

t——采样点平均气温,℃;

p_0——采样时的大气压力,kPa。

如果同时采集两个样品,则两个平行样品测出的粉尘浓度偏差应小于20%。此时为有效样品,取其平均值作为采样点的粉尘浓度。

kuaisu cechenyi

【快速测尘仪】　虽然滤膜计重测尘法具有设备简单、费用低、测量精度高、操作方法易于掌握等优点,但从现场测定工作来看,还不理想,不能满足从速从简的要求,而且不能反映粉尘浓度的瞬间变化。日本在此项测定中95%是使用快速测尘仪。随着粉尘测尘技术的发展,开发和研制快速测尘仪已成为测尘仪器的一个发展方向,对发展我国的快速测尘技术具有重要意义。近年来,根据粉尘的某些特性研制了多种快速测尘仪,如β射线测尘仪、压电天平测尘仪、光散射测尘仪和光吸收测尘仪等。

1. β射线测尘仪。当低能β射线通过粉尘层时,射线强度被减弱,减弱的强度服从于指数定律。测出采样前后β射线的强度及抽气量,就可按下式算出工作地点的粉尘浓度:

$$C = \frac{A}{V\mu}\ln\frac{N_0}{N}\quad \text{mg/m}^3$$

式中　A——采样面积,cm^2;

V——抽气量,m^3;

μ——吸收系数;

N_0——无粉尘层时的β射线强度;

N——有粉尘层时的β射线强度。

粉尘对β射线的吸收仅与其质量厚度有关,而与粉尘的化学、物理特性(分散度、比表面积、颜色、光泽等)无关,这就不需要针对不同性质的粉尘进行单独的标定,使仪器的标定及现场测定工作大为简化。

原冶金部安全环保研究院研制的WBR—2A型快速测尘仪是采用^{14}C作放射线源,用滤膜采样,测量范围为0.5~400 mg/m^3,采用袖珍电子计算器自动进行运算和显示结果,每次测定的时间为6~20 min,在现场能很快直接读出工作地点的粉尘浓度。

2. 压电天平测尘仪。压电天平测尘仪是采用静电采样器将空气中的尘粒采集到石英晶体片的电极表面。石英晶体相当于一个超微细天平,当其上的尘粒质量变化时,引起其振荡频率相应改变。粉尘浓度与石英晶体的频率变化成线性关系,测定出石英晶体的振荡频率即可直接得出粉尘的浓度值。

中国医学科学院卫生工程研究所研制的CC—1型压电晶体测尘仪,测量范围为0.05~80 mg/m^3,测定时间为10~100 s。

3. 光散射测尘仪。这种测尘仪的测定方法是:将测定场所的含尘空气吸引到仪器的暗室内,由光源产生的光线照射在空气中悬浮的尘粒上,被尘粒散射。因为在粉尘的物理性质(光反射率、形状、大小、密度、颜色等)相同的情况下,散射强度与粉尘的质量浓度成比例,这样就可由光散射的强弱测出粉尘的浓度。

4. 光吸收测尘仪。这种测尘仪的测定方法是:将一定量空气中的悬浮尘粒捕集在一定面积的滤料上,根据滤料捕尘前后透光量的变化来确定粉尘浓度。

fenchen erji caiyangqi

【粉尘二级采样器】　指能同时测定工作区呼吸性粉尘浓度和总粉尘浓度的仪器。呼吸性粉尘是导致尘肺病发生和发展的重要因素,为此,对工作地点呼吸性粉尘的浓度进行测定具有重要的现实意义。

粉尘二级采样器配有粉尘分级装置,它是在滤膜测尘仪前加一级预分离器(小旋风子或平行冲击板),以捕集大于7.07 μm的粉尘。这样,滤膜上所收集的粉尘均小于7.07 μm(即呼吸性粉尘),而总粉尘浓度可根据预分离器及滤膜两者所捕集的粉尘的总量来计算。

近年来,国内加强对呼吸性粉尘采样器的研制,已有多种产品问世。如江苏省常熟安全仪器厂生产的ACGT—2型个体粉尘采样器是一种测定一个工作班内粉尘平均浓度的仪器,可同时测出呼吸性粉尘浓度和总粉尘浓度。

changzhouqi caiyangfa

【长周期采样法】　对作业点粉尘浓度进行连续测定的方法称作长周期采样法。常规采样法(短时定点采样法)只反映一个工作班10~20 min内作业点的粉尘浓度。由于一个工作班内作业点的粉尘浓度随时间和空间变化较大,所以采样随机性大,样品代表性

差，测定结果不能真实反映作业点的实际粉尘浓度，而且往往受到人为因素的影响。如目前不少厂矿企业将粉尘测定结果（工作地点粉尘浓度或测点合格率）作为评比的主要指标之一，与奖金直接挂钩。一些单位为了多拿奖金，在测尘前临时采取措施，想方设法在采样时间内将高浓度降下来，使测定结果失去真实性。近年来，在某些单位已出现作业点粉尘浓度逐年下降而尘肺发病率却逐年上升的不正常现象。

连续采样技术在国外已有很大发展，并得到广泛应用。近几年，我国在连续采样技术的研究和应用方面做了许多工作，并已生产出小型轻便恒流的长周期采样器（如 MBC—Z 型）和个体采样器（如 MBG—2 型和 ACGT—2 型），以及微型恒流采样泵（如 WB—3H 型），这就为此种技术的推广和应用提供了物质条件。

长周期采样法是在测定时，将长周期采样器放置在测尘点，对作业点的粉尘浓度进行连续测定。它虽然在测定原理、测点确定和仪器安放等方面与常规采样法相同，但在测定目的、采样仪器、适用范围和采样时间等方面有其特点。由于长周期采样法测出的粉尘浓度是一个工作班作业时间内作业点粉尘浓度的平均值，所以能克服短时采样的一些弊端，能真实反映作业点的实际粉尘浓度。这种方法把我国的测尘技术向前推进了一步，它适用于固定的产尘点。

geti caiyangfa
【个体采样法】 测定工人在一个工作班内平均接尘浓度的方法叫做个体采样法。

个体采样法是把微型个体采样器佩戴在工人身上，采样头固定在呼吸带附近。因为个体采样法测出的粉尘浓度是工人在一个工作班内实际接尘浓度的平均值，所以应在一个工作班内连续测定，不管工人是否作业。例如一个工作班为8 h，而工人只作业6 h或产尘设备只运转6 h，只要该工人8 h都在生产岗位上，就应测定8 h。如果工人中间离开车间到食堂就餐，这段时间可以停止测定。这种方法符合工人的接尘条件，反映了时间和空间对浓度的影响，较真实地反映了粉尘对人体的危害程度，它适用于固定的和非固定的全部测点。

个体采样法是一种先进的科学的采样方法，目前在英、美等十几个国家已被采用，并把它作为卫生监督的常用方法。我国卫生部门曾用个体采样器进行流行病调查研究，冶金系统也组织过一些单位试用。

jiaolinsuanfa
【焦磷酸法】 是测定粉尘中游离二氧化硅含量的一种方法。

游离二氧化硅是引起矽肺病的重要因素，粉尘危害的程度与游离二氧化硅含量有直接关系。测定粉尘中游离二氧化硅含量的目的是为了了解粉尘的危害程度，以便对危害程度大的作业场所采取更为有效的防尘措施。

测定粉尘中游离二氧化硅含量的方法很多，国内普遍采用化学分析法中的焦磷酸法。该法是利用硅酸盐和金属氧化物溶于焦磷酸，而游离二氧化硅几乎不溶这一特性，通过计重测出游离二氧化硅含量。焦磷酸法存在灵敏度低、误差大、测定周期长、样品代表性差等问题。目前国外已改用 X 射线衍射法或红外分光光度法。

yiyeguanfa
【移液管法】 移液管法是液体沉降法的一种，它是利用粒径不同的尘粒在液体介质中沉降速度不同而使尘粒分级的。移液管、沉降天平等仪器都是根据这个原理工作的。

粉尘在液体介质中自由沉降时，其沉降速度为：

$$v_s = \frac{d_c^2(\rho_c - \rho)g}{18\mu}$$

式中 d_c——粉尘粒径，m；

ρ_c——尘粒密度，kg/m³；

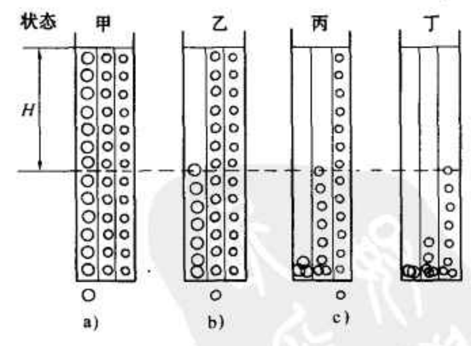
ρ——液体密度，kg/m³；

g——重力加速度，m/s²；

μ——液体动力黏性系数，Pa·s。

在液体介质温度一定（即 μ = 常数）的情况下，同种物料的 v_s 是随 d_c 的增加而增加的。上式中的 v_s 与 d_c 之间的关系为测定粉尘质量分散度提供了理论基础。

如果将不同粒径的粉尘在液体介质中均匀分散，然后让其静止下来，尘粒将在液体中自由沉降（见下图）。下面分析在某一高度区域内（图中虚线以上）所发生的现象。



a）粒径为 d_1 的尘粒　b）粒径为 d_2 的尘粒　c）粒径为 d_3 的尘粒

尘粒沉降示意图

在搅拌停止、尘粒开始沉降前，沉降瓶内的尘粒是均匀分布的，即在虚线以上的区域内包含有各种粒径（d_1、d_2、d_3）的尘粒（状态甲）。沉降瓶静止放置后，不同粒径的尘粒同时开始沉降。如果粒径为 d_1 的尘粒，

其沉降速度为 v_{s1}，那么经过 t_1 秒钟后 $\left(t_1=\frac{H}{v_{s1}}\right)$，粒径大于 d_1 的尘粒就会全部沉到虚线以下（状态乙）。同理，经过 t_2 $\left(t_2=\frac{H}{v_{s2}}\right)$ 秒钟后，粒径大于 d_2 的尘粒会全部沉到虚线以下（状态丙）……。如果我们预先计算好 t_1、t_2、t_3、…，然后按规定时间在虚线断面上吸取一定量的悬浮液（通常为10 ml），那么，第一次取出的悬浮液中已缺少粒径大于 d_1 的尘粒；第二次取出的悬浮液中已缺少大于 d_2 的尘粒，因此两次悬浮液中所含粉尘的质量差就是在 $d_1 \sim d_2$ 这个粒径范围内的尘粒质量。根据悬浮液中原始的粉尘质量，即可算出不同粒径尘粒的质量百分数。

用移液管法所测得的粒径称为斯托克斯粒径。这种测定方法具有仪器构造简单、重现性好等优点，它的缺点是测定一次耗费的时间长，工序繁杂。

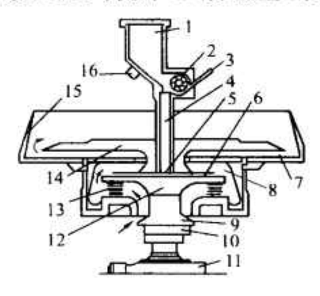
chenjiang tianping

【沉降天平】 测定粉尘分散度的一种仪器。它所用的原理与移液管法是完全相同的，它们都是利用粒径不同的尘粒在液体介质中沉降速度不同，使尘粒分级的。沉降天平能自动进行纪录，简化了操作程序，使分析时间大大缩短。测定粒径范围为0.2 ~ 40 μm。

bake (Bahco) lixin fenjiji

【巴柯(Bahco)离心分级机】 测定粉尘分散度的一种仪器。它是利用不同粒径尘粒在空气介质中受到的离心力不同而使尘粒分级的。

下图是巴柯离心分级机的结构示意图。在振动器16和电动机带动的刷子2的作用下，粉尘从容器1均匀进入供料管4，再经小孔5落入旋转通道6。在电动机11带动下，旋转通道以3 500 r/min的高速旋转。位于旋转通道内的尘粒在离心力作用下向外侧移动。电机同时带动辐射盘叶片14旋转。由于叶片的旋转，使气流从下部吸入，经均流片13、分级室8，最后从上部



离心分级机

1—尘样容器　2—旋转刷子　3—氮气供给口
4—供料管　5—小孔　6—旋转通道　7—气流出口
8—分级室　9—节流器　10—节流片　11—电动机
12—转轴　13—均流片　14—辐射盘叶片
15—上部边缘　16—振动器

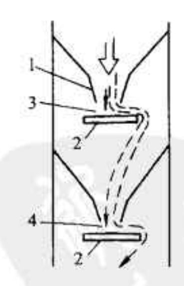
边缘15排出。因此，处于旋转通道的尘粒，既受到离心力的作用，又受到向心气流的作用。当作用在尘粒上的离心力大于气流的作用力时，尘粒继续向外壁移动，最后落入分离室内；如果离心力小于气流的作用力，尘粒将随气流一起向中心运动，最后吹出离心分级机。当旋转速度、尘粒密度和通过分级室的风量一定时，被气流吹出分级机的尘粒粒径也是一定的。改变节流片就可以改变通过分级机的风量。由最小风量开始，逐渐顺序加大风量，就可以由小到大逐渐地把粉尘由分级机吹出，使粉尘由细到粗逐渐分级。每分级一次都应把分级室内残留的粉尘刷出、称重。两次分级的质量差就是被吹出的某一粒径的尘粒质量。

该分级机具有操作简便，重现性好的优点，适用于测定松散性的粉尘，如滑石粉、石英粉和煤粉等，而不适于测定黏结性粉尘。其测定范围为2 ~ 100 μm。

jilian chongjiqi

【级联冲击器】 测定粉尘分散度的一种仪器。它是利用惯性冲击使粉尘分级的。

下图是惯性分级的原理图，从喷嘴高速喷出的含尘气流与隔板相遇时，要改变自身的流动方向，进行绕流。气流中惯性大的尘粒会脱离流线，直接撞击并沉积在隔板上。如果把几个喷嘴依次串联，逐渐减小喷嘴直径（即加大喷嘴出口速度），并由上向下依次减小喷嘴与隔板的距离，在各级隔板上就会沉积不同粒径的尘粒。各级喷嘴所能分离的尘粒粒径，可用有关公式计算。我国生产的CGC—1型级联冲击器共六级，末端采用滤膜作为终端过滤器。这种仪器可测定大气或风管内气体的粉尘浓度和粉尘的分散度。它的最大特点是，能够测定高效除尘器出口处的粉尘分散度。如果用其他方法测定，最少需要取5 ~ 10 g尘样，而要在高效除尘器出口，取这样多的尘样是很困难的。



用惯性冲击进行尘粒分级的原理

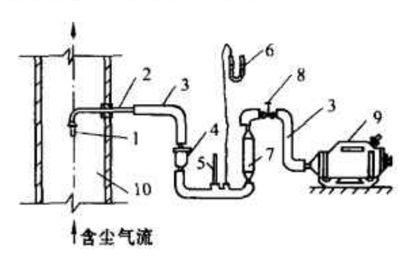
1—喷嘴　2—隔板　3—粗大尘粒　4—细小尘粒

fengguannei fenchen nongdu ceding

【风管内粉尘浓度测定】 除尘器的效率通常是通过测定除尘器进出口气流的粉尘浓度求得的，因此必须在除尘器进出口的风管内进行粉尘浓度的测定。要检验由工厂排风系统排入大气中的气体粉尘浓度是否达到排放标准规定，也需要测定风管内气

体的粉尘浓度。

测定装置如下图所示。将其与工作地点测尘仪进行比较可以看出，在滤筒采样夹4(相当于"测尘仪"条目附图中装有滤膜的采样头2)前多了一根采样管2(在其头部装有可更换的采样嘴1)。采样管的作用是将含尘气流从风管中引进滤筒(或滤膜)采样夹中，而粉尘则被阻留在滤筒(或滤膜)上。一般情况下，风管内气流的粉尘浓度高，故常用滤筒收集尘样。滤筒的集尘面积大，容尘量大，阻力小。



风管内气体粉尘浓度测定装置

1—采样嘴 2—采样管 3—橡皮管 4—滤筒采样夹 5—温度计 6—压力计 7—浮子流量计 8—调节阀 9—抽气泵 10—风管

原机械工业部第六设计研究院研制的JSC型粉尘采样仪是一种适应现场测定需要，具有多种用途的便携式仪器，它除了可以用来测定风管内气流的粉尘浓度外，还可以测定工作地点的粉尘浓度和风管内的压力、流速及风量。

dengsu caiyang

【等速采样】 在风管内采集粉尘样品时，维持采样嘴进口处的采样速度等于风管内该点的气流速度的方法称为等速采样。

当采样速度小于风管内气流速度时，测得的粉尘浓度比实际情况偏高；当采样速度大于风管内气流速度时，测得的粉尘浓度比实际情况偏低；只有当采样速度等于风管内气流速度时，从采样嘴收集到的粉尘样品才能与风管内的实际情况相符。维持等速采样的方法有预测流速法、静压平衡法和动压平衡法等。

1. 预测流速法。当用预测流速法测尘时，先要测出风管内的气流速度，然后根据气流速度和选定的采样嘴直径，按下式计算采样流量：

$$L = 0.047 d_2 v \qquad \text{L/min}$$

式中 d——采样嘴进口直径，mm；

v——采样嘴进口断面上的气流速度，m/s。

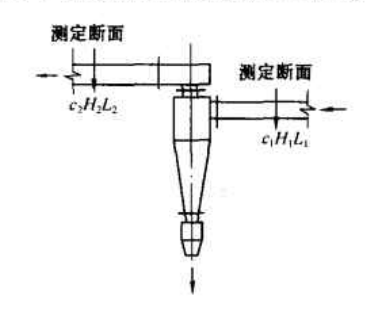
这种方法操作过程多，计算繁琐，所需时间长。在风管流速变化时，还必须重新计算，调整采样流量。在气流速度波动较大的情况下，测量的精度必然要降低。

2. 平衡型等速采样法。为了提高测量精度，简化操作过程，缩短采样时间，产生了平衡型等速采样法。它具有测量精度高，操作过程简便等优点，可以在采样的同时跟踪气流速度的变化，调整采样流量(不需要预先测定流速)，达到等速采样的目的。

平衡型等速采样有静压平衡法和动压平衡法两种类型。静压平衡法是将采样嘴内、外两根静压管接到同一微压计上，在测定过程中通过调节采样流量使静压差为零来实现等速采样的；动压平衡法是通过调节采样流量，使采样系统内的孔板前后的静压差等于风管内的动压来实现等速采样的。

chuchenqi xingneng ceding

【除尘器性能测定】 除尘器性能测定主要是指效率和阻力的测定，通常还包括处理风量和漏风系数的测定。下图为除尘器性能测定示意图。



除尘器性能测定

1. 除尘效率

除尘器效率测定可以用质量法，也可以采用浓度法。在生产现场往往采用浓度法。

当用浓度法测定除尘效率时，必须采用同样的仪器，在同一时间内，同时在除尘器进出口采样。特别当风量和气流含尘浓度不稳定时，更应注意这一点。

测出除尘器进出口含尘浓度和风量后，可按下式计算除尘效率：

$$\eta = \frac{L_1C_1 - L_2C_2}{L_1C_1} \times 100\%$$

式中 C_1、C_2——分别为进口和出口含尘质量浓度，mg/m^3；

L_1、L_2——分别为进口和出口风量，m^3/h。

测定除尘器分级效率时，还必须测出除尘器进出口处的粉尘质量分散度或测出进口和灰斗中粉尘的质量分散度。

2. 除尘器阻力

除尘器阻力可以通过测定除尘器进出口全压来确定，即：

$$p = p_1 - p_2 \qquad \text{Pa}$$

式中 p_1——除尘器进口的平均全压，Pa；

p_2——除尘器出口的平均全压，Pa。

3. 除尘器处理风量

除尘器处理风量为除尘器进出口风量的平均值，即：

$$L = \frac{L_1 + L_2}{2} \quad m^3/h$$

4. 除尘器漏风系数

除尘器漏风系数可按下式计算：

$$B = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100\%$$

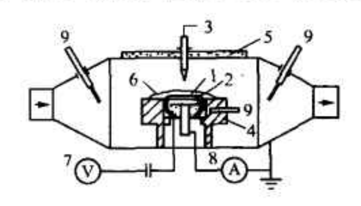
fenchen bidianzu ceding

【粉尘比电阻测定】 粉尘比电阻对电除尘器的工作和性能都有很大影响，因而粉尘比电阻的测定十分重要。粉尘比电阻是间接测定的，即先测出通过粉尘层的电压、电流及粉尘层的几何尺寸，然后按有关公式计算粉尘的比电阻。

测定粉尘的比电阻不同于测定一般材料的电阻，它有3个基本要求：(1)模拟电除尘器中粉尘的沉积状态，即粉尘层的形成是在电场作用下荷电粉尘逐一堆积而成；(2)模拟电除尘器的电气条件，即测定高压电场中的电压和电晕电流；(3)模拟在电除尘器中的气体状态(气体的温度、湿度、气体成分等)。现有的各种测定方法一般都不能满足以上几个要求，而是各有侧重。因而对同一种粉尘用不同方法所测得的比电阻值，往往相差较大，有的甚至达到1～2个数量级。

测定粉尘比电阻的方法很多，如针板法、平行圆板法、同心圆筒法等。从现有的各种方法看，大致可以分为实验室测定方法和现场测定方法。这两种方法各有特点。实验室测定方法可以调节测定条件(温度、湿度等)，适用于研究工作，但不可能与现场条件完全一致。例如，烟气的成分就很难模拟。

下图所示的针板法粉尘比电阻测定装置，既可设于实验室的循环风道中，也可直接用于现场。当设于实验室的循环风道中时，可以根据需要在循环气流中加入定量粉尘，并可调节气体的温度和湿度，以满足测定要求。



针板法粉尘比电阻测定装置

1—金属丝电极 2—测定圆盘 3—放电电极

4—环形电极 5—绝缘层 6—粉尘层

7—电压表 8—电流表 9—温度计

这种方法的主要特点是模拟电除尘器工作条件下粉尘的沉积，并在工况条件下进行测定。在放电电极3电晕放电时，进入测定装置的粉尘将沉积在测定圆盘2上，形成粉尘层6。测出加在粉尘层上的电压降和通过粉尘层的电流，即可按照圆盘中粉尘层的几何尺寸计算粉尘的比电阻。

(二)防毒工程

shengchanxing duwu

【生产性毒物】 毒物是指以较少量进入机体，与生物体发生相互作用，引起生物体功能性或器质性损害的物质。在生产中使用和产生的毒物，称为生产性毒物。

生产性毒物来源于生产过程的原料、辅料、中间体、半成品、成品、副产品、废弃物、夹杂物等。由于生产性毒物的来源是多方面的，只有结合生产工艺过程对生产性毒物的来源作全面调查研究，找出主要毒物的发生源及其存在状态，才能有效地控制毒物危害。

生产性毒物尚未有统一的分类方法。目前最常用的分类方法是：按其存在形态、用途、化学结构及对人体的影响综合分类，将生产性毒物分为以下几类：

1. 金属与类金属毒物：主要包括铅、四乙铅、汞、锰、砷、砷化氢、铬、镉、铍、磷等。

2. 刺激性气体：系指对人体的眼睛和呼吸道黏膜有刺激作用的物质。刺激性气体种类较多，包括：

(1)酸类：硫酸、盐酸、硝酸、铬酸；

(2)成酸氧化物：二氧化硫、三氧化硫、二氧化氮、铬酐等；

(3)成酸氢化物：氯化氢、氟化氢、溴化氢；

(4)卤素：氟、氯、溴、碘；

(5)无机氯化物：光气、二氯亚砜、三氯化磷、三氯化硼、三氯氧磷、三氯化砷、三氯化锑、四氯化硅；

(6)卤烃：溴甲烷、氯化苦；

(7)酯类：硫酸二甲酯、二异氰酸甲苯酯、甲酸甲酯；

(8)醚类：氯甲基甲醚；

(9)醛类：甲醛、乙醛、丙烯醛；

(10)有机氧化物：环氧氯丙烷；

(11)成碱氢化物：氨；

(12)强氧化剂：臭氧；

(13)金属化合物：氧化镉、羰基镍、硒化氢。

上述物质中，有些在常态下虽非气体，但可以通过蒸发、升华后在作业环境空气中以气态形式作用于机体。刺激性气体的种类虽然很多。但常见的有氯、氨、氮氧化物、光气、氟化氢、二氧化硫、三氧化硫等。

3. 窒息性气体：是指进入人体后，使血液运氧能力或组织利用氧的能力发生障碍，造成组织缺血的有害气体。常见的窒息性气体有：一氧化碳、氰化物和硫化氢等。

4. 有机溶剂：主要指苯、甲苯、二甲苯、汽油、二硫化碳、四氯化碳等。

5. 苯的氨基和硝基化合物，其最基本的物质是苯

胺及硝基苯。以此为基础,可在苯环的不同位置上代人不同数量的氨基或硝基、卤素或烷基而形成很多种类的衍生物。常见的有苯胺、苯二胺、联苯胺、二硝基苯、三硝基甲苯、硝基氯苯等。这类化合物广泛用于制药、印染、涂料、橡胶、印刷、炸药、有机合成、染料及化工农药等工业。

6. 高分子化合物生产中的毒物:高分子化合物在数量和品种上增加迅速,范围甚广。它包括塑料、合成纤维、合成橡胶三大合成产品及黏合剂、离子交换树脂。高分子化合物种类繁多,常见的有:氯乙烯、丙烯腈、氯丁二烯、含氟塑料、二异氰酸甲苯酯、乙烯、丙烯、苯乙烯、丁二烯、醋酸乙烯、己二胺、二甲基甲酰胺、二乙烯三胺、环氧氯丙烷、乙腈、联苯、联苯醚、甲醛、苯酚、糠醛等。

7. 农药:主要指用于消灭、控制危害农作物的害虫、病菌、鼠类、杂草及其他有害动植物和调节植物生长的各种药物。常用的有机磷农药有:敌百虫、敌敌畏、对硫磷、甲基对硫磷、内吸磷、甲基内吸磷、甲拌磷、乐果、马拉硫磷等;氨基甲酸酯类农药如西维因、呋喃丹等;其他类农药如滴滴涕、氟乙酰胺、五氯酚钠、除草醚等。

各种毒物的毒性及作用于机体的靶器官不同,有的可引起全身性中毒,有的可损害神经系统、消化系统、呼吸系统、血液系统、泌尿系统、心血管系统、生殖系统及内分泌系统等器官。某些毒物还具有致突、致癌、致畸作用,对人体产生远期影响。

shengchanxing duwu cunzai zhuangtai

【生产性毒物存在状态】 生产性毒物在空气中的存在状态由它本身的性质和生产过程等因素决定。有的以气体或蒸气状态存在,有的以气溶胶状态存在,有的呈多种状态存在。

1. 气体或蒸气状态

如一氧化碳、二氧化碳、氯气等在常温、常压下本身就属于气态,逸散在空气中仍以气态形式存在。有些物质在常温、常压下为液态,如苯、氯仿、汞等,但其挥发性大,在空气中以蒸气形式存在。有些固态物质,如萘、二硝基苯等,因升华在空气中以蒸气形式存在。气体或蒸气是以分子状态分散在空气中,向空间的各个方向扩散,其扩散方向及速度与该物质对空气的密度、作业场所的气温、气流等因素有关。

2. 气溶胶

以固体或液体细小微粒分散于空气中的分散体系,称为气溶胶。根据形成的方式,气溶胶可分为分散性气溶胶和凝聚性气溶胶。分散性气溶胶是固体或液体在破碎、振荡、气流通过时,由固体小微粒或液体小珠滴悬浮于空气中形成的,此类气溶胶粒度大,粒度分散的范围较大;凝聚性气溶胶是在加热过程中,蒸发出的分子遇冷而凝聚成液体或固体小微粒分散在空气中形成的。此类气溶胶粒度小,分散均匀。通常气溶胶可分为雾、烟、尘。

(1)雾。液态小微粒形成的气溶胶称为雾。液体物质在生产过程中受热产生蒸气逸散到空气中,遇冷后凝聚成雾,悬浮于空气中形成凝聚性气溶胶。如硫酸雾就是三氧化硫蒸气(其沸点44.8 ℃)在空气中遇冷凝聚成小液滴,并同水分子作用形成酸雾;在金属处理车间或电镀车间的酸槽中,由于化学反应或电解时产生气泡将酸液带入空气中形成酸雾以及喷洒农药时形成的雾,均为分散性气溶胶。

(2)烟。它是固态凝聚性气溶胶,其粒径小于0.1 μm。例如在熔铅过程中,铅蒸气遇冷形成凝聚性铅烟。同时,含有固体和液体两种微粒的凝聚性气溶胶也称为烟。例如,敌百虫的熔点为80 ℃,在生产时逸散到空气中,蒸气形成由液态微粒向固态微粒过渡的一系列形态的烟。

(3)尘。它是分散性气溶胶,其粒径大多在0.1~10 μm。固体物质经机械粉碎或碾磨时可产生粉尘,粉状原料、半成品或成品在混合、筛分、运输、包装时可有粉尘飞扬。例如,炸药厂的三硝基甲苯粉尘,干电池厂的锰尘,石棉生产过程中的石棉尘等。

生产性毒物在空气中的存在状态比较复杂。对作业场所有毒物质危害程度评价及采取相应治理措施时,都必须判断该生产性毒物在空气中的存在状态。

duwu xishou

【毒物吸收】 毒物吸收是指毒物在多种因素影响下,通过体内某些生物膜进入体内循环的过程。生产性毒物主要经呼吸道吸收、皮肤吸收,经消化道吸收中毒较为少见。

经呼吸道吸收 呈气体、蒸气、气溶胶(粉尘、烟、雾)状态的毒物可经呼吸道进入体内。进入呼吸道的毒物,通过肺泡直接进入血循环,其毒作用大,发生快,是引起许多职业中毒的重要途径。

影响气态毒物吸收的主要因素:

1. 接触毒物的浓度(或分压)

气态毒物在肺泡的吸收量与机体接触毒物的量有关,即毒物在空气中的浓度(或分压)越高,则进入机体的速度越快,进入量也大。气态毒物在肺泡的吸收量取决于组织壁(膜)两侧毒物的分压,当肺泡气中与血液中毒物的分压差接近,最后达到平衡,则血液中毒物浓度达到饱和。随着部分毒物从血中转移到其他脏器组织,血液又可重新吸收毒物。因此,当肺泡气毒物浓度与血液毒浓度达到平衡后,毒物呼吸率决定血液中毒物转移至其他器官的速度。

2. 血/气分配系数

毒物吸收达到饱和时,血中毒物浓度与肺泡气毒物浓度之比值称为血/气分配系数。不同的气态毒物,

其血/气分配系数不同。如二硫化碳为5,乙醚为15,乙醇为1 300,甲醇为1 700。分配系数愈大,毒物愈易进入血液。

3. 毒物的水溶性

气态毒物进入呼吸道的深度与其水溶性有关。水溶性较大的毒物易被上呼吸道吸收,除非毒物浓度较高,一般不易达到肺泡;水溶性较差的毒物在上呼吸道难以吸收,而在深部呼吸道,肺泡则能吸收一部分。

此外,肺通气量、肺血流量、劳动强度及劳动环境的气象条件等因素,也可影响毒物经呼吸道的吸收。

呈气溶胶状态的毒物,其进入呼吸道情况比气态毒物复杂得多。它们在呼吸道不同部位滞留的量和受呼吸道的量与粒径大小有密切关系。粒径在10 μm左右的粉尘大部分在鼻咽部被阻留,粒径小于5 μm的尘可达呼吸道深部,进入肺泡;粒径小于2 μm的粉尘,沉降速度降低,可随呼气排出,使之在肺泡的沉积率下降;而0.5 μm以下的尘粒,因布朗运动使之在肺泡的沉积率上升。雾及溶解度大的粒子可在沉积部位被呼吸。

经皮肤吸收 在生产劳动中,经皮肤吸收中毒者也较为常见。某些毒物可透过完态皮肤而进入体内。经皮肤吸收途径有两种,一是通过表皮屏障到达真皮、进入血循环;另一种是通过汗腺或毛囊与皮脂腺,绕过表皮屏障而到达真皮。汗腺与毛囊分布广泛,但总面积仅占表皮面积的0.1% ~1.0%左右,实际意义不大。毒物经皮肤吸收后不经肝脏而直接进入血循环。

影响毒物经皮肤吸收的主要因素:

1. 毒物的油/水分配系数

毒物的脂溶性和水溶性大小是毒物经皮肤吸收的重要因素。脂溶性毒物易透过皮肤角质层,水溶性毒物则不易渗透。但是,完全脂溶的毒物即使能透过角质层也不易被吸收进入血液,只有既有脂溶性又有一定水溶性的毒物才容易透过皮肤进入血循环。确切地说,毒物的油/水分配系数过大或过小都直接影响经皮肤的吸收。一般认为相对分子质量小的毒物经皮肤渗透比相对分子质量大的毒物渗透快,分子量大于300的毒物不易被皮肤吸收。

2. 接触毒物的浓度

毒物透过皮肤角质层的过程是一个扩散过程,皮肤角质层内外毒物浓度梯度愈大,愈有利于皮肤吸收,所以皮肤表面毒物的浓度或剂量愈大,经皮肤吸收的量愈大。

毒物经皮肤吸收的速度和量,除了与其浓度、油/水分配系数有关外,还与环境中的气温、湿度、接触面积、皮肤是否有破损等因素有关。

经消化道吸收 在生产条件下,毒物经消化道吸收的机会很少,主要是个人卫生习惯不好,用被毒物污染的手直接拿食物吃喝或毒物溅入口腔内造成的。此外,还可能是进入呼吸道的难溶气溶胶(如金属烟尘),从呼吸道清除至咽部后进入胃肠,在胃肠道被吸收。

duxing zhibiao

【毒性指标】 毒性是指一种化学物质损害生物机体的能力。毒物毒性的大小主要取决于该毒物的化学结构和物理特性,同时还与机体接触毒物的剂量(即单位体重吸收毒物的质量,其单位为 mg/kg)、接触方式(经呼吸道、经皮肤、经消化道)、接毒时间分布(一次或多次接毒)有关。当毒物进入机体的速度或数量超过机体对毒物的消除速度或数量时,毒物就会在机体内不断地积累,当积累毒物的剂量超过该物质的中毒阈剂量时,则造成中毒。为评价毒物毒性大小及潜在危险程度、通常选用的毒性指标如下:

1. 半数致死剂量或浓度(LD_{50}或 LC_{50})

表示一次染毒后,引起某实验总体的受试验动物中半数动物死亡的剂量或浓度。该数值是根据急性毒性实验的结果,经数理统计后得出的,是较准确、稳定的毒性指标。

2. 绝对致死剂量或浓度(LD_{100}或 LC_{100})

表示某实验总体中引起一组受试验动物全部死亡的最小剂量或浓度。

3. 最小致死剂量或浓度(MLD 或 MLC)

在某试验总体的一组受试动物中,仅引起个别动物死亡的剂量或浓度。

4. 最大耐受剂量或浓度(LD_0或 LC_0)

在某试验总体的一组受试动物中,不发生中毒死亡的最大剂量或浓度。

5. 致死剂量或浓度(LD 或 LC)

笼统地表示可引起受试验动物死亡的剂量或浓度。

6. 急性阈浓度(Lim_{ac})

一次染毒后,引起受试验动物有害反应的最小浓度

7. 慢性阈浓度(Lim_{ch})

经长期多次染毒后,引起受试验动物有害反应的最小浓度。

8. 无反应浓度(EC_0)

不引起机体发生所观察的反应的最大浓度。它仅比阈浓度低一档。

在毒理学上,为表示毒物毒性的大小,常用毒作用带大小表示:

急性毒作用带(Z_{ac})是半致死浓度与急性阈浓度的比值:

$$Z_{ac} = \frac{LC_{50}}{Lim_{ac}}$$

此值越小,急性中毒的危险性越大。

慢性毒作用带(Z_{ch})是急性阈浓度与慢性阈浓度的比值:

$$Z_{ch}=\frac{Lim_{ac}}{Lim_{ch}}$$

此值越大，慢性中毒的可能性越大。

在上述毒性指标中，半数致死剂量（LD_{50}）最常用。毒性的大小和致死剂量成反比，即致死剂量越大，则毒性越小。

duxing fenji

【毒性分级】 各国对毒性分级尚无统一意见。毒物的急性毒性常按半数致死剂量 LD_{50}（吸入2 h的结果）进行分级。我国通常将毒物分为剧毒、高毒、中等毒、低毒、微毒五级，见表1。

表1　化学物质的急性毒性分级

毒性分级	大鼠一次经口 LD_{50}（mg/kg）	6只大鼠吸入4 h死亡2～4只的浓度（$\times10^{-6}$）	兔涂皮时 LD_{50}（mg/kg）	对人可能致死量	
				（g/kg）	总量（g）（60 kg体重）
剧毒	<1	<10	<5	<0.05	0.1
高毒	1～	10～	5～	0.05～	3
中等毒	50～	100～	44～	0.5～	30
低毒	500～	1 000～	350～	5～	250
微毒	5 000～	10 000～	2 180～	>15	>1 000

上述分级方法对剧毒物质定为 LD_{50} <1 mg/kg有时不大合理，例如氰化钾（LD_{50}为10 mg/kg）、氯化汞（LD_{50}为166 mg/kg），按我国《常用危险化学品的分类及标志》（GB13690—92）分类，它们均属剧毒类。

为了便于实际应用，美国职业安全卫生研究所1976年提出了相对毒性即危害程度的分级标准，见表2。

表2　有害物质相对毒性分级（人的任何接触途径）

级别	危害程度	急性①	慢性②
4	重度	死亡	死亡③
3	高度	威胁生命的暂时性或永久性危害	大的永久性损害
2	中度	暂时性或永久性小的损害（是指对工人的非致命性致敏物质）	暂时性或永久性小的损害（包括皮肤致癌物）
1	轻度	易恢复的小损害	易恢复的小损害
0	无	仅在特殊情况下或过量时才产生毒作用的物质	

注：①一次接触，即刻效应或晚发性效应。

②反复接触。

③包括与人体致癌有密切关系的物质，但皮肤癌的一般变化除外。

jixing zhongdu de qiangjiu

【急性中毒的抢救】 急性中毒，发病急骤、病情严重，常常危及生命，故应争分夺秒全力抢救。抢救的第一步是及时、正确地做好现场抢救，争取时间，为进一步治疗创造条件。抢救注意事项如下：

1. 救护人员一定要做好自身防护，如穿防护服和鞋、佩戴防毒面具或氧气呼吸器等。否则救护者也可能中毒，造成中毒事件的扩大。

2. 查明毒物种类、性质、切断毒源、控制毒物的扩散。例如关闭阀门、停车、停止供料、堵塞漏气设备、开启排风设备或化学处理现场（如氯气泄漏可用稀氨水中和）等。

3. 迅速将中毒者撤离毒区，移至空气新鲜通风良好的地方，松解衣扣和腰带，清除口腔异物，维持呼吸道畅通，注意保暖。在搬运中毒患者时要沉着、冷静，不要强抢硬拉，防止骨折。

4. 尽快控制毒物对人体的继续作用。

（1）患者的衣物被污染要脱掉，皮肤有污染时，要及时用清水或解毒液冲洗15 min以上，特别应注意冲洗头发和皮肤皱褶处。解毒液的选择参见下表。

几种常见毒物的解毒剂

毒物名称	解毒剂
苯的氨基、硝基化合物	1%美蓝（又名：亚甲蓝）
氰化物	亚硝酸异戊酯、3%亚硝酸钠及25%硫代硫酸钠
有机磷农药	阿托品、氯磷定、解磷定
光气	20%乌洛托品
一氧化碳	0.3%双氧水
汞、砷	5%二巯基丙磺酸钠
氟乙酰胺	解氟灵（乙酰胺）

（2）误食毒物引起中毒时，只要不是强腐蚀性毒物，应立即催吐、洗胃及导泻。常用催吐方法：口服浓度为2%～4%温盐水或触中毒者舌根部。呕吐1～2次后，口服300～500 ml温水，再吐再饮，直至呕出物为清水。洗胃可用清水或1:5 000高锰酸钾溶液。导泻用30 ml浓度为50%硫酸镁溶液。误服强酸、强碱等强腐蚀性毒物一般不宜洗胃，可用蛋清、牛奶或氢氧化铝凝胶灌服，保护胃黏膜。

5. 注意观察中毒者的神智、脉搏、心跳、呼吸、有无出血、骨折等症状，及时采取相应措施。

（1）心跳停止，立即进行心脏复苏术（患者应仰卧在硬板或地板上进行），即采用心前区叩击术和胸外心脏挤压术。心前区叩击术即用拳头叩击心前区（不能用力过大），可连续3～5次，若心跳恢复，表示成功；心脏若仍不起跳，立即改用胸外心脏挤压术。抢救人

员用手掌根部置于患者胸骨下段，有节奏地挤压心脏，每分钟挤压60～90次。挤压时不要用力过猛，防止肋骨骨折。挤压同时应对患者做人工呼吸，每挤压4～5次将空气呼进一次。

（2）呼吸停止，应立即做人工呼吸。最有效的是口对口人工呼吸。首先清除患者口中的异物、黏液、呕吐物，保持呼吸道畅通。将患者头部后仰，用手捏住患者鼻孔，深吸一口气对准患者的口用力吹气（可垫两层纱布）、吹毕让患者胸廓及肺自行回缩，然后松开捏鼻的手。如此有节律地、均匀地反复进行，保持每分钟16～20次，直至胸廓开始活动。注意，因氰化物等剧毒物中毒时，一般不可使用口对口人工呼吸。可用仰卧举臂压胸或俯卧举臂压背人工呼吸法。

（3）呼吸困难或面色青紫要立即给予氧气吸入。

（4）呼吸、心跳正常，但昏迷、血压下降者，应立即转送医疗单位，在转送途中注意观察心跳、呼吸变化。发现心跳和呼吸停止则要立即抢救。

zhiyexing jiechu duwu weihai chengdu fenji

【职业性接触毒物危害程度分级】 职业性接触毒物（即生产性毒物）的毒性是该物质固有的属性。职业性接触毒物危害程度是指该物质在生产和使用条件下，对人体产生损害的可能性，它取决于该毒物的毒性及在生产和使用中的接触方式，接触时间和接触量、防护设备的良好程度等因素。为了科学地管理有毒作业，采取有效的预防措施，根据我国职业性接触毒物危害的现状，制定了《职业性接触毒物危害程度分级》国家标准（GB5044—85）。

职业性接触毒物危害程度分级的原则是依据该物质的急性毒性、急性中毒发病状况、慢性中毒患病状况、慢性中毒后果、致癌性和最高容许浓度等六项指标综合分析，全面权衡，以多数指标的归属定出危害程度的级别。但对某些特殊毒物，可按其急性、慢性或致癌性等突出危害定出级别。

职业性接触毒物危害分级见下表。

职业性接触毒物危害程度分级依据

指标		分级			
		I（极度危害）	Ⅱ（高度危害）	Ⅲ（中度危害）	Ⅳ（轻度危害）
急性毒性	吸入 LC_{50}，（mg/m^3）	<200	200—	2 000—	>20 000
	经皮 LC_{50}，（mg/kg）	<100	100—	500—	>2 500
	经口 LC_{50}，（mg/kg）	<25	25—	500—	>5 000
急性中毒发病状况		生产中易发生中毒，后果严重	生产中可发生中毒，愈后良好	偶发生中毒	迄今未见急性中毒，但有急性影响
慢性中毒患病状况		患病率高（>5%）	患病率较高（<5%）或症状发生率高（≥20%）	偶有中毒病例发生或症状发生率较高（≥10%）	无慢性中毒，而有慢性影响
慢性中毒后果		脱离接触后，继续进展或不能治愈	脱离接触后，可基本治愈	脱离接触后可恢复，不致严重后果	脱离接触后自行恢复，无不良后果
致癌性		人体致癌物	可疑人体致癌物	实验动物致癌物	无致癌性
最高容许质量浓度（mg/m^3）		<0.1	0.1—	1.0—	>10

依据上表，将我国常见的56种毒物危害程度进行了分级：

极度危害的毒物（Ⅰ级毒物）有：汞及其化合物、苯、砷及其无机化合物、氯乙烯、铬酸盐、重铬酸盐、黄磷、铍及其化合物、对硫磷、羰基镍、八氟异丁烯、氯甲醚、锰及其化合物、氰化物。

高度危害的毒物（Ⅱ级毒物）有：三硝基甲苯、铅及其化合物、二硫化碳、氯、丙烯腈、四氯化碳、硫化氢、甲醛、苯胺、氟化氢、五氯酚及其钠盐、镉及其化合物、敌百虫、氯丙烯、钒及其化合物、溴甲烷、硫酸二甲酯、金属镍、甲苯二异氰酸酯、环氧氯丙烷、砷化氢、敌敌畏、光气、氯丁二烯、一氧化碳、硝基苯。

中度危害的毒物（Ⅲ级毒物）有：苯乙烯、甲醇、硝酸、硫酸、盐酸、甲苯、二甲苯、三氯乙烯、二甲基甲酰胺、六氟丙烯、苯酚、氮氧化物。

轻度危害的毒物（Ⅳ级毒物）有：溶剂汽油、丙酮、

氢氧化钠、四氟乙烯、氨。

根据有毒作业分级的需要，依据 GB5044—85 的规定，中华人民共和国原化工部对 104 种职业性接触毒物危害程度作了分级(HG24001—96)。

Ⅰ级(极度危害)毒物：联苯胺、2—萘胺、磷胺、甲拌磷、久效磷、内吸磷、甲基对硫磷、三乙基氯化锡、煤焦油沥青挥发物、叠氮酸、叠氮钠。

Ⅱ级(高度危害)毒物：丁二烯、1，2—二氯乙烷、碘甲烷、环氧乙烷、肼(联氨)、一甲肼、偏二甲肼、氯联苯、氯苯、甲苯胺、二甲苯胺、丙烯酰胺、氟及其无机化合物、磷化氢、氯化苦(三氯硝基甲烷)、甲基丙烯酸环氧丙酯、三甲苯磷酸酯、甲基内吸磷、乐果、氧化乐果、溴氰菊酯、氯乙酸、铊、硒及其化合物。

Ⅲ级(中度危害)毒物：氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷、四氯乙烯、氯苯、一甲胺、二甲胺、乙胺、乙二胺、二甲基乙酰胺、乙腈、吡啶、氰氨化钙、氯乙醇、二氯丙醇、糠醛、邻苯二甲酸酐、锑及其化合物(不包括锑化氢)、钴及其氧化物、氢化锂、铜尘、铜烟、二氧化硫、三氯氢硅、三氯化磷、五氧化二磷、马拉硫磷、杀螟松、氰戊菊酯、硝化甘油。

Ⅳ级(轻度危害)毒物：己内酰胺、秋兰姆、正丁醛、环己酮、二恶烷、乙醚、丙醇、异丙醇、乙二醇、戊醇、环己醇、间苯二酚、四氢呋喃、醋酸甲酯、醋酸乙酯，醋酸丙酯、醋酸丁酯、醋酸戊酯、丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸甲酯、丁烯、环己烷、液化石油气、抽余油、萘、四氢化萘、萘烷、松节油、氧化锌、二氧化锡、二氧化钛、钼及其化合物、锆及其化合物、碳化钨、六氟化硫、硫酰氟、异稻瘟净、百菌清、丙烯酸、二月桂酸二丁基锡。

youdu zuoye fenji

【有毒作业分级】 有毒作业系指职工在存在生产性毒物的工作地点从事生产和劳动的作业。

有毒作业分级(GB12331—90)是对在存在生产性毒物的工作地点从事生产和劳动的职工，根据接触性毒物危害程度级别、有毒作业劳动时间、空气中毒物浓度超标倍数三项指标综合评价，而确定有毒作业危害程度的技术标准，是劳动条件分级系列标准之一。通过劳动条件分级结果可以掌握企业现阶段的职业危害水平。根据职业危害程度的高低及各等级中受害职工人数，分出轻重缓急，从而明确监察重点和工作方向。开展劳动条件分级是我国劳动卫生工作经过长期探索实践，找到的一种能够直观和较科学地反映企业职工劳动条件状况的方法。

分级指标权数的确定 毒物危害程度级别、有毒作业劳动时间、毒物浓度超标倍数是有毒作业分级的三项指标，其相应的权数用 D、L、B 表示。各权数值的确定如下：

1. 毒物危害程度级别权数 D 的确定(见表 1)。
2. 有毒作业劳动时间权数 L 的确定(见表 2)。
3. 毒物浓度超标倍数 B。

表 1　级别权数 D

毒物危害程度级别(见 GB5044—85 表 2)	D
Ⅰ级(极度危害)	8
Ⅱ级(高度危害)	4
Ⅲ级(中度危害)	2
Ⅳ级(轻度危害)	1

表 2　时间权数 L

有毒作业劳动时间(h)	L
≤2	1
2～5	2
>5	3

注：有毒作业劳动时间系指在一个工作日内，职工在工作地点实际接触生产性毒物的作业时间。

以工作地点实际测定空气中毒物浓度超过该种生产性毒物最高容许浓度的倍数作为依据。超标倍数 B 的计算公式如下：

$$B = \frac{\overline{M}_c}{M_s} - 1$$

式中　$\overline{M}_c$——测定的毒物质量浓度均值，mg/m³；

M_s——该毒物的车间空气最高容许浓度，mg/m³。

有毒作业危害级别的确定

1. 分级指数 C 的计算公式为：

$$C = DLB$$

2. 分级级别指数 C(见表 3)

表 3　分级指数 C

指数范围	级　别
$C \leqslant 0$	0 级(安全作业)
$0 < C \leqslant 6$	一级(轻度危害作业)
$6 < C \leqslant 24$	二级(中度危害作业)
$24 < C \leqslant 96$	三级(高度危害作业)
$C > 96$	四级(极度危害作业)

3. 根据有毒作业的毒物浓度超标倍数、毒物危害程度级别、有毒作业劳动时间三项指标综合评价，并实行简化，制定出《有毒作业分级》级别表，按表 4 进行分级。

4. 当有毒作业工作地点空气中存在多种毒物时，应分别进行毒物作业分级，以最严重的级别定级，同时注明其他生产性毒物作业的级别。

有毒作业分级程序 有毒作业分级通常分为准备工作、现场测定、数据处理三个阶段。

表 4　有毒作业分级表

毒物危害程度级别	毒物浓度超标倍数								
	0	>0～1	>1～2	>2～4	>4～8	>8～16	>16～32	>32～64	>64
Ⅳ									
Ⅲ	0	一		二		三		四	
Ⅱ									
Ⅰ									

注：跨两级区方格的级别，从左到右，有毒作业劳动时间 <2 h，依次分别为一、二、三级；>2 h，依次分别为二、三、四级。

1. 准备工作阶段：首先进行现场调查，了解生产工艺、接毒岗位和接毒人数、毒物种类及其存在状态、作业场所气象条件、空气净化装置；确定分级对象、制定采样计划（确定采样点、采样时机、采集的样品数）；准备好采样设备及记录用品。

2. 现场测定：测定有毒作业劳动时间和采集有毒物质的空气样品，并进行分析（现场分析或实验室分析）。

3. 数据处理阶段：首先对现场测试数据进行审核，确定数据的有效性。然后根据测定的有毒作业劳动时间求出权数 L；根据被测毒物种类，从职业性接触毒物危害程度分级表中查出其毒物级别，从而确定其权数 D；由现场测得的毒物浓度平均值求其浓度超标倍数 B。将 D、L、B 值代入公式求得分级指数 C，确定有毒作业分级的级别，填写分级报告表格。

fangdu zonghe cuoshi

【防毒综合措施】　防毒综合措施包括防毒技术措施、组织管理和卫生保健等方面。

防毒技术措施　对生产系统中各个系统采取各种防护措施仍不能把全部危害消除和减少到国家有关标准或规定中规定的限值时，需要采取独立的防护措施，以避免和减小危害对人的影响。GB12801—91《生产过程安全卫生要求总则》对安全卫生技术措施的基本要求如下：能预防生产过程中产生的危险和有害因素；能处置危险和有害物，并降低到国家规定的限值内；能从作业区排除危险和有害因素；能防止生产装置失灵或操作失误时产生的危险和有害因素；发生意外事故时，能为遇险人员提供自救条件。

首先应改革工艺设备和工艺操作方法，从根本上杜绝和减少毒物的产生，在此基础上再采取合理的通风净化措施，建立严格的管理制度，这样才能有效地防治工业毒物的危害。防毒技术措施主要分为以下几方面。

1. 改革工艺、消除毒源

通过改革工艺和改进设备、消除生产过程的产毒源、从根本上消除毒物危害。例如，无氰电镀，氯碱工业用隔膜电解法代替水银电解法电解食盐，以消除汞害；苯胺生产中用硝基苯氢化催化还原法代替铁粉还原硝基苯法；用偏三甲苯烃烷基化、空气氧化成均苯四甲酸二酐新工艺代替间二甲苯经氯甲基化和硝酸氧化法生产均苯四甲酸二酐，从而消除了氯甲基甲醚（致癌物）的产生和硝酸的污染。改进设备也可以控制污染，例如氯碱法制氯气现用钛裂管冷却器间接冷却代替筛板塔直接吸收氯气，可使废氯水减少，作业场所氯气浓度不超过车间空气中氯的最高容许浓度。

2. 以无毒或低毒原料代替有毒或高毒原料

在生产中采用无毒或低毒原料代替有毒或高毒原料是防毒工作的重要原则。例如，无毒水基胶黏剂代替制鞋的有苯溶剂，可消除或减少制鞋行业的苯中毒；制漆业中以立德粉（锌钡白）或钛白粉代替铅白、氧化铁代替铅丹，以消除铅的危害。

3. 密闭式操作

生产过程中的密闭化操作是防毒的重要措施之一。生产过程的密闭化包括设备本身的密闭及投料、出料、物料的运输、粉碎、包装等过程的密闭化。在生产条件允许的情况下，密闭系统内应保持负压，以提高设备的密闭效果。设备密闭需与机械方法投料、出料和自动控制相配合，才能有效地防毒和增产。

4. 通风排毒与净化回收

密闭的生产设备如仍有毒物逸出或因生产条件限制而设备无法完全密闭时，应采取通风排毒。通风方式有局部排风、局部送风和全面通风换气三种。其中局部排风效果最好，最常用。局部排风可以与净化回收有毒物质相连接，这样不仅有利于作业环境改善，而且可以回收物质，有利于环境保护。

5. 隔离操作

将毒源或工艺过程与操作者隔离开，以减轻职业危害。隔离方法：一是将全部或个别毒害严重的生产设备放置在隔离室内，室内抽风保持负压状态，以防毒物外逸；另一种是把工人的操作仪表、操作开关、自动操作装置放在隔离室内，室内送风（清洁空气）保持正压状态，以防有毒物质进入室内。

6. 个体防护

个体防护用品是保护职工在生产过程中的人身安全和健康所必备的防御性装置，对于减轻职业危害起到相当重要的作用。为了保证防护用品的质量和正确的选用，国家制定了一系列有关个体防护用品的标准。

组织管理 企业及其主管部门在组织生产的同时要加强对防毒工作的领导和管理。组织管理是防毒技术得以落实的保证。人的意识和行为是防毒综合措施得以落实的根本,要从提高人的素质入手。领导首先要提高劳动保护意识,认识生产与劳动安全卫生的辩证统一关系,在组织生产过程自觉贯彻"管生产必须管安全"的原则,有计划地改善劳动条件、建立健全有关防毒管理制度、教育群众自觉遵守防毒制度、自觉保护自己,只有企业上下动员、一致行动才能真正控制毒物,保护职工健康、促进生产。

卫生保健 卫生保健措施是从医学卫生方面直接保护从事有毒作业人员的健康,对作业人员进行定期健康体检、监测作业环境中的有毒物质、教育工人有良好的卫生习惯,减少毒物进入人体,保护工人健康。

fangzhixi cuoshi

【防窒息措施】 窒息性气体造成的职业危害在急性职业中毒中占主要位置。窒息性气体系指可直接对氧的供给、摄取、运输、利用任一环节造成障碍的气体。

窒息性气体分类 根据窒息性气体毒作用的不同,可将其大致分为三类。

1. 单纯窒息性气体。这类气体本身毒性很低或属惰性气体,但在空气中大量存在可降低吸入空气中氧含量,导致机体缺氧。空气中氧含量低于 18%,可造成呼吸困难;低于 10% 可引起昏迷甚至死亡。属于此类气体的有:氮气、甲烷、乙烷、丙烷、乙烯、丙烯、二氧化碳、水蒸气及惰性气体。

2. 血液窒息性气体。血液以化学结合方式携带氧气,正常情况下每克血红蛋白约可携带1.4 ml氧气,血液每分钟约从肺中携出1 000 ml氧气。此类气体的毒作用在于它们降低了血红蛋白与氧的结合能力及向组织释放已携带的氧气,从而造成组织供氧障碍。常见的气体有:一氧化碳、一氧化氮、苯的硝基或氨基化合物蒸气。

3. 细胞窒息性气体。主要作用于细胞内的呼吸酶、使细胞色素失去传递电子的能力,使呼吸链中断、组织不能摄取和利用氧,引起细胞内窒息。此类常见毒物如氰化物和硫化氢。

可能发生窒息的场所 窒息发生在缺氧或存在窒息性气体的工作场所。如密闭设备工作场所,如船舱、容器、锅炉、冷藏车、沉箱等;地下有限空间工作场所,如地下管道、地下库室、隧道、矿井、地窖、沼气池、化粪池等;地上有限空间工作场所,如储藏室、发酵池、垃圾站、冷库、粮仓等。

防窒息措施

1. 加强氧含量和窒息性气体的检测。凡是进入可产生窒息性中毒场所作业前,必须进行氧含量检测和窒息性气体——一氧化碳、硫化氢、氰化物、苯的硝基和氨基化合物的检测,而且在作业过程中仍需不断监测。常用的检测仪器有:测氧仪,一氧化碳、硫化氢检测报警仪,检气管或其他快速测定仪。

2. 作业场所尽可能通风换气(严禁用纯氧通风换气)后再进行作业。当通风后检测的氧含量大于 18%,有毒气体浓度达到卫生标准要求后,在有监护人员监护下进行作业。

3. 在氧含量或有毒气体达不到卫生标准的场所,必须佩戴隔离式呼吸保护器(氧气呼吸器、自吸式长管呼吸器、送风式长管呼吸器、化学生氧呼吸器),同时配有监护人员及在相应抢救措施下进行作业。工人在作业中如感到身体不舒服和呼吸困难,应立即停止作业,到清洁空气区。监护人员必须坚守岗位,保证作业人员佩戴的呼吸保护器能正常供氧(如查看输气长管进气口是否在清洁空气区、长管不被挤压等),保证在作业人员发现窒息时能立即戴好呼吸保护器,将遇难者抢救出来。

4. 定期校准快速检测仪及检查检气管的有效性(外观颜色是否有变化、是否在有效期内),以保证现场测定数据的准确性、可靠性。

5. 呼吸器是防止窒息事故发生的关键器具。因此,各类呼吸器均应由专业人员进行保养和维修,以保证使用时防护有效。使用呼吸器者选用的呼吸器面具大小一定合适、呼吸畅通。

6. 缺氧现场应严禁无关人员进入。

tongfeng paidu cuoshi

【通风排毒措施】 通风排毒是将通风技术应用于防毒,以排毒为主的防护措施。通风排毒措施分为全面通风、局部通风和事故通风。事故通风是用于生产车间有发生大量毒物跑、冒等偶然事故的可能性时而设置的应急通风装置。

全面通风 全面通风又称稀释通风,是用大量新鲜空气将整个车间空气中有毒气体稀释到国家卫生标准中规定的最高容许浓度。这种方法所需风量大,而且不能净化回收。全面通风适用于低毒、散发量不大,毒源过于分散的情况或与局部通风结合使用。全面通风可利用自然通风或机械通风来实现。

自然通风是利用厂房内外空气温度差造成的热压及风力造成的风压作用,通过门、窗、孔道使室外清洁空气进入室内,将室内污染空气置换排出室外的一种通风措施,这是比较简单、经济、节能的通风方式,在厂房设计中应充分利用自然通风。

全面通风的效果主要取决于车间内气流组织和通风换气量。气流组织原则:送风口应接近工作地点,设在毒物浓度较低的区域,排风口应接近有毒气体发生源,设在毒物浓度较高的区域,以使新鲜空气或污染较

少的空气先流经工作地点再去冲淡污染较重的空气，同时应尽量减少涡流以提高风效。

气流组织形式按送、排风口位置分为下送上排、上送下排和上送上排三种。下送上排：送风口在车间下部、排风口在车间上部，下送上排的新鲜空气迅速到达工作地点，途中受污染较少，气流与车间内对流气流趋势一致，特别是有热过程时气流更通顺、涡流区很少；上送下排：新鲜空气从车间上部的送风口送入，通过工作地点，从车间下部的排风口排出，气流路线较为通畅、涡流区较少，该气流组织方式适用于无热源存在车间；上送上排：气流不畅，涡流区较多，当车间下部不宜布置排风口或送风口时才用。

通风换气量应按《工业企业设计卫生标准》规定：当数种溶剂（苯及其同系物、醇类、醋酸酯类）的蒸气，或数种刺激性气体（三氧化硫、二氧化硫或氟化氢及其盐类等）同时放散于空气中时，全面通风换气量应按各种气体分别稀释至最高容许浓度所需要的空气量的总和计算。除上述有害物质的气体及蒸气外，其他有害物质同时放散在空气中时，通风量仅按需要空气量最大的有害物质计算。

局部排风 局部排风是将有毒气体从它的发生源直接抽走，不任其逸散，所以处理风量小，气体浓度高，便于净化回收。局部排风系统包括排风罩（吸气罩）、风道、净化器、风机和排气筒。应用局部排风系统时，应在达到排毒要求的条件下尽可能地节约风量，以利于净化回收、节约投资和运行费。局部排风系统设计原则要求：

1. 排风罩的设计要求

排风罩形式选用恰当，安放位置正确，风量适中，强度足够，检修方便。常用的吸气罩有排毒柜、伞形罩及槽边吸气罩等，它的形状与工艺过程和操作条件有密切关系，有时与操作台连成一体。在不妨碍操作的前提下，排风罩口应尽量接近毒物发生源。当有毒物质散发有一定方向性时，罩口位置应迎着有毒物质散发方向，以保证良好的吸气效果。根据排风罩的形状尺寸及所需要的控制风速计算风量，风量大小决定着毒物控制程度和净化设备的规模及费用，因此风量计算在保证排毒要求的条件下，尽可能地节约风量。此外，设计的排风罩要便于操作，便于维修，选用的材料应能防腐。

2. 风道设计

按风量计算风道直径、风道阻力、各风道支管的阻力平衡。一般工业通风系统中空气流速见下表。

一个净化回收系统可以连接5～6个排风罩，但不同性质的气体，不要放在一个排风系统内，特别是易燃、易爆的气体更应设立单独的排风系统。管道布置应与车间内其他管道同时考虑，力求管道短、弯头少，布置简单、紧凑，安装、操作、维修方便。

通风系统中空气流速 m/s

风道材料	总管	支管	室内进风口	室内回风口	新鲜空气入口
薄钢板	6～14	2～8	1.5～3.5	2.5～3.5	5.5～6.5
砖、矿渣、石棉水泥或矿渣混凝土	4～12	2～6	1.5～3.0	2～3	5～6

3. 风机

根据输送气体的性质和风量、风压范围，按照风机产品样本选择最佳工况的风机，以便用最小的动力消耗获得最大效果。

4. 净化器和排气筒

对于经济价值较大的物质、应尽量回收，综合利用。经过净化处理后排到大气中的有害气体应符合废气排放标准的要求，处理所用的废水也应达到废水排放标准的要求。有害气体的净化方法有燃烧法、冷凝法、吸收法和吸附法。经净化后的排气筒出口上缘应高出屋脊0.5m以上，排出有毒气体时至少应高出3～5 m。

jinghua chuli cuoshi

【净化处理措施】 空气中有毒物质的净化处理，就是要把有毒物质从空气中分离出来，予以处理或回收利用。有毒气体（含蒸气）与气溶胶（烟、尘、雾）因其特性不同，分离方法各异。有毒物质净化处理方法主要有：燃烧净化、冷凝净化、吸收净化及吸附净化等。

有毒气体的燃烧净化 燃烧净化是用燃烧方法来销毁有毒气体、蒸气或烟雾，使之变成无害物质的净化方法。它适用于可燃性或在高温下能分解的有毒气体或烟雾。其净化机理是燃烧氧化或热分解。由于燃烧净化是销毁有害物质转变为无害物质，因此不能用此法回收有毒物质，但可以回收燃烧产生的热量。燃烧净化分为直接燃烧、热力燃烧和催化燃烧。

直接燃烧是将可燃的有毒废气当作燃料燃烧，由于它有火焰，所以又称直接火焰燃烧。火焰温度可达1 100 ℃以上。该方法只适用于可燃组分浓度高，并能点燃的有毒废气的净化。

热力燃烧是依靠热力将有毒气体的温度升高（通常在540～820 ℃），使废气中可燃组分氧化分解的方法。提高废气温度可用辅助燃料燃烧，也可用其他供热方式。该方法适用于可燃有机物浓度较低的废气净化处理。废气组分性质不同，处理难易也不同，大部分碳氢化合物质在590～650 ℃可销毁，而甲烷、溶纤剂、甲苯、二甲苯因分子结构稳定，则需760 ℃以上，而且驻留时间加长。对烟雾的燃烧，驻留时间还需加长。对含硫、磷、氮或金属元素的废气，燃烧形成的氧化物称为灰分。若燃烧产物浓度高，达不到排放标准时，还

需配以洗气或除尘等方法净化。目前国内主要利用锅炉燃烧室或加热炉进行热力燃烧净化。

催化燃烧是利用催化剂使废气中可燃物在较低温度下氧化分解的净化方法。催化燃烧也需先将废气预热(一般为300 ℃左右),再通过催化剂层使废气中可燃物质发生氧化放热。该方法只适用于可燃气体、蒸气的废气净化,不适用于含有大量粉尘、雾滴的废气净化,因气溶胶颗粒可堵塞催化剂层,并降低催化剂活性,但在预热室内尘粒和雾滴可完全气化为蒸气的气溶胶则可用此方法。

在燃烧净化中应注意防火、防爆及防止回火,以保安全净化。对热力燃烧和催化燃烧净化应特别注意:废气中可燃气浓度不应超过爆炸下限的25%;在燃烧炉点火前须用空气吹扫管道及炉子,并清除油垢、冷凝液;点火时要先点引火物,再开燃料气;在燃烧净化系统的有关部位应安装阻火器及防爆膜。

有毒蒸气的冷凝净化 冷凝净化是将有毒蒸气从空气中冷却凝结成液体而达到分离的净化方法。冷凝方法有冷却法和加压凝结法,作为空气净化通常只用冷却法。该方法一般只适用于在空气中蒸气浓度较高的废气及含大量水蒸气的高温废气的净化回收。若用一般水冷却,净化程度有限,但它可用作吸附、燃烧等净化设施的前处理,以减轻那些设施的负荷或除去影响后续操作的有害组分。根据冷凝方式不同,分为直接冷却(使用接触冷凝器)和间接冷凝(使用表面冷却器)两类。

有毒气体的吸收净化 物质从一相转移到另一相的过程称为物质传递过程,简称传质过程。吸收是指物质(称为溶质)从气相转移到液相的过程;反之,溶质从液相转移到气相过程称为解吸。吸收净化就是选择适当的液体(称为吸收剂)来溶解空气混合物中溶解度大的有毒气体或蒸气,使空气净化的方法。通过解吸可以回收溶质,同时吸收剂也可循环使用。根据吸收过程有无化学反应伴随,将吸收分为物理吸收和化学吸收。毒物与吸收剂没有发生明显化学反应的吸收过程称为物理吸收,如用水吸收氨、二氧化碳等;物质与吸收剂之间发生明显化学反应的吸收,称为化学吸收,如用碱液吸收二氧化硫、硫化氢等。在操作条件下吸收的推动力及吸收极限,由该条件下气—液相平衡关系决定。吸收速率主要受气液接触面积、气液传质系数及吸收推动力等因素的影响。吸收过程是在吸收器内进行的,常用吸收器有填料塔、筛孔板塔、斜孔板塔、喷洒塔、鼓泡塔等。吸收法适用面广,关键是吸收剂的选择和吸收塔的设计。特别是需要回收或吸收的物质是有用的化工原料,更可选用吸收净化。

有毒气体的吸附净化 吸附是物质(吸附质)从气相转移到固相(吸附剂)的传质过程;反之,吸附质从固相转移到气相的过程称为解吸。解吸是吸附的逆过程。吸附净化是利用固体吸附剂将空气中有毒物质转移到吸附剂表面,使空气得以净化的方法。根据吸附作用力种类不同,将吸附分为物理吸附和化学吸附。吸附过程伴有化学反应的称为化学吸附,其吸附作用力为化学力,如用氯气处理后的活性炭吸附汞蒸气;吸附作用力为范德华力的吸附称为物理吸附,例如用活性炭吸附有机溶剂蒸气、硅胶吸附水蒸气。

不同吸附剂吸附对象不同,吸附能力亦不同,即活性不同。吸附剂活性常用静活性和动活性表示。

吸附器分为固定床吸附器、流动床吸附器和沸腾床吸附器几种,空气净化多用固定床吸附器。

吸附净化法适用于低浓度有毒物质的净化、回收利用。

气溶胶的分离与净化 毒物以烟、尘、雾形式分散在空气中称为气溶胶,如铅烟、铅尘、锰烟、酸雾等。对这类毒物的净化方法有过滤净化、重力沉降、离心分离、碰撞挡雾、湿法净化、电场沉降等。气溶胶的净化关键在于分离方法的选择。

xishou jinghua

【吸收净化】

吸收与解吸 气体混合物中的组分从气相通过气液界面扩散到液体的传质过程,称为吸收。在工业上根据混合气体中各组分在液体中溶解度的不同,选择适当的液体接触,混合气体中溶解度大的组分溶于液体,形成溶液,不溶组分仍留在气相,从而实现气体混合物的分离,这种操作称为吸收操作。吸收操作所用液体称为吸收剂或溶剂;吸收后的溶液称为吸收液;混合气体中被溶解的组分称为吸收质或溶质;不被吸收的组分称为惰性组分或载体;排出的气体为吸收尾气,其主要成分为惰性气体和残余的吸收质。

根据吸收过程有无伴随化学反应,吸收分为物理吸收及化学吸收(详见“物理吸收”“化学吸收”条目)。

吸收液中的吸收质从液相经液气界面向气相扩散的过程称为解吸或脱吸。解吸是吸收的逆过程。解吸与吸收的操作条件不同,高压、低温有利于吸收;降低压力或升高温度有利于解吸过程。解吸过程可以使吸收剂得以循环使用,也可实现吸收质的回收利用。

吸收在工业生产中的应用:制取化工产品,如用水吸收氯化氢制盐酸;分离气体混合物,如用醋酸亚铜氨液从 C_4 馏分中提取丁二烯;从气体中回收有用组分,如用硫酸从煤气中回收氨生成硫铵。气体净化包括原料气的净化和废气的净化,原料气净化的主要目的是清除后续加工时不允许存在的杂质,如合成氨原料气的脱 CO_2 和脱 H_2S;废气净化主要目的是使作业环境或排放达到国家标准,如燃煤锅炉烟气脱 SO_2。

吸收操作是在吸收塔内进行,详见“吸收塔”条目。

吸收推动力 在一定温度和压力下,当混合气体与吸收剂接触时,气体中的吸收质就向吸收剂中扩散,进行吸收,形成溶液。同时溶液中被吸收的吸收质也会从液相中向气相扩散,进行解吸。随着吸收质在吸收剂中浓度增加,吸收质从气相向液相的传递速度减慢,而由液相向气相传递吸收质的速度增加。经过一段时间,当吸收速度等于解吸速度时,吸收质在气、液相中的组成不再发生变化,此时气液相达到平衡。平衡时溶液上方吸收质的分压称为平衡分压,一定量吸收剂中溶解吸收质的量称为平衡溶解度。平衡溶解度是吸收过程的极限。

吸收质在气相中的分压 p_A 与该组分的平衡分压 p_A^* 的压差,即为吸收推动力。吸收推动力大,有利于吸收过程进行。在吸收操作过程中,吸收推动力的大小与所选的液气比有关。

吸收推动力常用以下方式表达:

1. 用气体分压差表示

$$\Delta p_A = p_A - p_A^* \quad (1)$$

式中 p_A——气相主体中吸收质组分 A 的气体分压;
p_A^*——与液相主体浓度 c_A 平衡时,气相吸收质组分 A 的平衡分压。

2. 用溶液浓度差表示

$$\Delta c_A = c_A^* - c_A \quad (2)$$

式中 c_A^*——与气相主体吸收质分压p_A平衡时吸收剂中吸收质的平衡浓度;
c_A——吸收剂中吸收质的浓度。

3. 用比摩尔分数差表示

为计算简便,工程中采用在吸收过程中数量不变的气相中的惰性组分和液相中的纯溶剂为基准的比摩尔分数,表示气相和液相中吸收质的含量。

$$\Delta Y_A = Y_A - Y_A^* \quad (3)$$

$$\Delta X_A = X_A^* - X_A \quad (4)$$

式中 Y_A——气相主体中吸收质A组分的比摩尔分数,即每摩尔惰性组分所含有吸收质 A 的摩尔数;
Y_A^*——与液相主体浓度 X_A 平衡时,气相组分 A 的平衡比摩尔分数;
X_A^*——与气相主体吸收质 A 组分 Y_A 平衡时,液相中吸收质的平衡比摩尔分数;
X_A——液相中吸收质 A 组分的比摩尔分数,即每摩尔纯溶剂溶解的吸收质 A 的摩尔数。

吸收速率 在吸收过程中,单位时间通过单位相际传质面所传递的物质量,即为吸收速率。它反映吸收进行的快慢程度。吸收过程分为三步:吸收质由气相主体扩散到气—液两相界面的气相一侧;吸收质在界面上溶解,由气相转入液相;吸收质从相界面的液相一侧扩散到液相主体。吸收速率的快慢由三步中最慢的一步决定。吸收速率和影响吸收速率的因素关系的数字表达式如下:

组分 A 穿过气膜的吸收速率方程式:

$$N_A = k_G(p_A - p_{Ai}) \quad (5)$$

组分 A 穿过液膜的吸收速率方程式:

$$N_A = k_L(c_{Ai} - c_A) \quad (6)$$

式中 N_A——吸收速率;
k_G——气相传质系数;
k_L——液相传质系数;
p_A——气相主体中组分 A 的分压;
p_{Ai}——气液两相界面处组分 A 的平衡分压;
c_{Ai}——气液相界面处组分 A 的平衡浓度;
c_A——液相主体中组分 A 的浓度。

气液界面上 p_{Ai} 和 C_{Ai} 难以测定,为计算方便可将总的传质推动力折算成总体的分压差来表示吸收速率。

$$N_A = K_G(p_A - p_A^*) \quad (7)$$

式中 P_A^*——与液相主体浓度c_A对应的气相平衡分压;
K_G——气相吸收传质总系数,即包括气膜和液膜阻力在内而将液膜阻力折算成气膜阻力的总传质系数。

也可用将总传质推动力折算成总体的浓度差来表示吸收速率:

$$N_A = K_L(c_A^* - c_A) \quad (8)$$

式中 c_A^*——与气相主体吸收质A分压p_A平衡时吸收剂中组分 A 的平衡浓度;
K_L——液相吸收传质总系数,即包括气膜和液膜阻力在内,而将气膜阻力折算成液膜阻力的总传质系数。

传质过程总阻力等于气膜阻力与液膜阻力之和。对于溶解度大的气体,液膜阻力很小,总阻力决定于气膜阻力,这种吸收状况称为气膜控制吸收;反之,总传质阻力取决于液膜阻力的吸收称为液膜控制吸收。在选择相应吸收塔时应予考虑。

吸收剂 选择吸收剂应按下列原则进行考虑:

1. 吸收剂对吸收质有较大的溶解度,以提高吸收速率,减少吸收剂用量;同时其溶解度应随操作条件的改变有显著的变化,以利于吸收剂的再生和吸收质的回收。

2. 吸收剂应有良好的选择性,即对混合气中待吸收组分溶解度大,而其余组分溶解度很小。

3. 吸收剂挥发性小,以减少流失。

4. 黏度低,有利于气液接触,提高吸收速率,也便

于输送。

5. 无毒、难燃、腐蚀性小、不污染环境、易得、价廉、易于再生利用。

对物理吸收常用的吸收剂有水和有机溶剂。水主要吸收亲水性吸收质，如氯化氢、氨、氮氧化物、二氧化硫、苯酚等。有机溶剂如柴油、机油吸收苯、甲苯等。化学吸收常选反应类型主要是酸碱反应、氧化还原反应以及配合反应的相应吸收剂，如用碱液吸收 SO_2、用酸液吸收氨和胺类等。

wuli xishou

【物理吸收】 吸收质与吸收剂之间不发生显著的化学反应，可以当作单纯的气体溶解于吸收剂的物理过程，称为物理吸收。在一定温度下，对于多数气体的稀溶液，气体总压力不高（低于0.5 MPa）的情况下，吸收质在液相中的浓度与其在气相中的平衡分压成正比，其数学表达式如下：

$$p^{*}=\frac{C}{H}$$

式中 p^{*}——吸收质在液体表面上的平衡分压，Pa；

C——吸收质在溶液中的浓度，$kmol/m^3$；

H——溶解度系数，$kmol/(m^3 \cdot Pa)$。

上式为亨利定律表达式之一，为了工程计算方便，常用比摩尔分数表示：

$$Y^{*}=mX$$

式中 Y^{*}——吸收质在气液平衡时气相中的比摩尔分数；

X——吸收质在溶液中的比摩尔分数；

m——相平衡常数。

亨利定律是研究吸收过程的基本关系式。但对溶解度大、气体总压力高或伴有化学吸收的过程，不能直接应用。

气体的溶解度与温度、压力有关，通常随压力增大或温度降低而加大，有利于吸收；反之溶解度降低，有利于解吸。因此，物理吸收是可逆过程，而且吸收过程的热效应较小，相当于溶解热。

物理吸收速率主要决定于气相或液相与界面上吸收质的浓度差，及吸收质从气相到液相传质的总传质系数。浓度差愈大，吸收推动力愈大；传质总系数 K_G 或 K_L 愈大，传质阻力愈小，有利于吸收。

典型的物理吸收实例，如用水作吸收剂吸收氨、氯化氢、苯酚等，用柴油吸收苯、甲苯、二甲苯等。

huaxue xishou

【化学吸收】 在吸收过程中，吸收质与吸收剂之间发生明显化学反应的这类过程称为化学吸收。化学吸收是传质与反应同时进行的过程。吸收质 A 首先由气相主体扩散至气、液相界面，随后在界面向液相主体的扩散过程中，与吸收剂或液相中某种活泼组分 B 在反应区发生化学反应，最后反应物从反应区向液相主体扩散。

化学吸收速度不仅与扩散速率有关，而且与化学反应速率有关。一般，化学吸收的速率较物理吸收的大。因为在液膜或液相主体中化学反应减小了液相中吸收质的浓度，使平衡分压降低，吸收推动力增大，同时化学吸收液膜传质系数比物理吸收液膜传质系数大，从而加大了吸收速率。化学吸收速率以物理吸收为基准比较时，可表达为：

$$N_A=\beta k_L(c_{Ai}-c_A)$$

式中 k_L——物理吸收液膜传质系数；

c_{Ai}——气液界面处组分 A 的平衡浓度；

c_A——液相主体中组分 A 的浓度；

β——化学吸收增强因子。

化学增强因子表示化学吸收液膜传质系数比物理吸收液膜传质系数增大的倍数，也可谓液膜阻力减小的倍数。β 值的大小与化学反应类型、反应速度常数、扩散系数、流动条件等因素有关。如果反应足够快，β 值足够大，则液相传质阻力可降至很小。此时，传质总阻力将由气相传质阻力决定，成为气膜控制。

化学吸收的吸收极限，取决于气液相平衡关系和化学反应平衡关系，因此化学吸收的机理比物理吸收复杂得多，而且化学吸收的热效应较大。在吸收过程中应及时移出反应热，以免吸收操作条件的恶化。

化学反应分为可逆反应和不可逆反应两类。对于可逆反应的化学吸收，改变操作条件有利于逆反应发生时，化学吸收可进行解吸，但能耗较高；对于不可逆化学反应，则不能解吸出吸收质和吸收剂，只有将吸收液（产物）作为新产品提出才有经济效益（如焦化厂用硫酸吸收氨生产硫酸铵），而且不应对环境造成二次污染。

xishouta

【吸收塔】 吸收塔是实现吸收操作的设备。按气液相接触形态分为三类。第一类是气体以气泡形态分散在液相中的板式塔、鼓泡吸收塔、搅拌鼓泡吸收塔；第二类是液体以液滴状分散在气相中的喷射器、文氏管、喷雾塔；第三类为液体以膜状运动与气相进行接触的填料吸收塔和降膜吸收塔。

塔内气液两相的流动方式可以逆流也可并流。通常采用逆流操作，吸收剂以塔顶加入自上而下流动，与从下向上流动的气体接触，吸收了吸收质的液体从塔底排出，净化后的气体从塔顶排出。

工业吸收塔应具备的基本要求

1. 塔内气体与液体应有足够的接触面积和接触时间。

2. 气液两相应具有强烈扰动，减少传质阻力，提高吸收效率。

3. 操作范围宽，运行稳定。

4. 设备阻力小，能耗低。

5. 具有足够的机械强度和耐腐蚀能力。

6. 结构简单、便于制造和检修。

几种常用的吸收塔

1. 填料塔

填料塔结构见图 1，它由外壳、填料压板、填料支承、液体分布器、中间支承和再分布器、气体和液体进出口接管等部件组成，塔外壳多采用金属材料，也可用塑料制造。

填料压板是填料塔的核心，它提供了塔内气液两相的接触面，填料压板与塔的结构决定了塔的性能。填料压板必须具备较大的比表面，有较高的空隙率、良好的润湿性、耐腐蚀、一定的机械强度、密度小、价格低廉等。常用的填料压板有拉西环、鲍尔环、弧鞍形和矩鞍形填料，20 世纪 80 年代后开发的新型填料如 QH—1 型扁环填料、八四内弧环、刺猬形填料、金属板状填料、规整板波纹填料、格栅填料等，为先进的填料塔设计提供了基础。

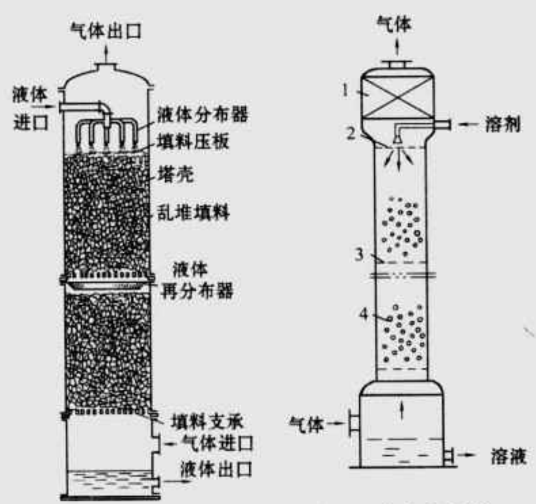


图 1　填料塔的典型结构

图 2　湍球接触塔
1—除沫器　2—挡球网
3—栅(筛)板　4—小球

填料塔适用于快速和瞬间反应的吸收过程，多用于气体的净化。该塔结构简单，易于用耐腐蚀材料制作，气液接触面积大，接触时间长，气量变化时塔的适应性强，塔阻力小，压力损失为 300 ~ 700 Pa，与板式塔相比处理风量小，空塔气速通常为 0.5 ~ 1.2 m/s，气速过大会形成液泛，喷淋密度 6 ~ 8 $m^3/(m^2 \cdot h)$ 以保证填料润湿，液气比控制在 2 ~ 10 L/m^3。填料塔不宜处理含尘量较大的烟气，设计时应克服塔内气液分布不均的问题。

2. 湍球塔

湍球塔结构见图 2，它是填料塔的一种特殊形式，运行时塔内填料处于运动状态，以强化吸收过程。在塔内栅板间放置一定数量的轻质小球填料（直径为 29 ~ 38 mm），吸收剂自塔顶喷下，湿润小球表面，气体从塔底进入，小球被吹起湍动旋转，由于气、液、固三相充分接触，小球表面液膜不断更新，增加了吸收推动力。提高了吸收效率。

该塔制造、安装、维修较方便，可以用大小、质量不同的小球改变操作范围。该塔处理风量较大，空塔气速 1.5 ~ 6.0 m/s，喷淋密度 20 ~ 110 $m^3/(m^2 \cdot h)$，压力损失 1 500 ~ 3 800 Pa，而且还可处理含尘气体。其缺点是塑料小球不能承受高温，小球易裂（一般寿命 0.5 ~ 1 年），需经常更换，成本高。

3. 板式塔

板式塔是在塔内装有一层层的塔板，液体从塔顶进入。气体从塔底进入，气液的传质、传热过程是在各个塔板上进行。板式塔种类很多。大致可分为二类：一类是降液管式，如泡罩塔、筛孔板塔、浮阀塔、S 形单向流板塔、舌形板塔、浮动喷射塔等；另一类是穿流式板塔，如穿流栅孔板塔（淋降板塔）、波纹穿流板塔、菱形斜孔板塔、短管穿流板塔等。

（1）筛孔板塔

筛板结构见图 3，筛孔直径一般取5 ~ 10 mm，筛孔总面积占筛板面积的10% ~18%。为使筛板上液层厚度保持均匀，筛板上设有溢流堰，液层厚度一般为 40 mm左右，筛板空塔风速约为 1.0 ~ 3.5 m/s，筛板小孔气速6 ~ 13 m/s，每层筛板阻力 300 ~ 600 Pa。筛孔板塔主要优点是构造简单，处理风量大，并能处理含尘气体。不足之处是筛孔堵塞清理较麻烦，塔的安装要求严格，塔板应保持水平；操作弹性较小。

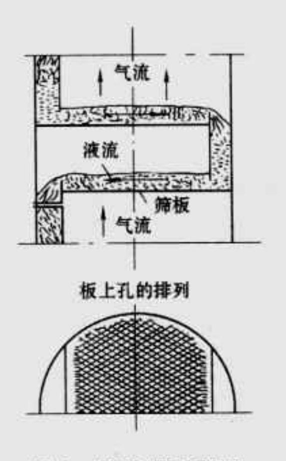


图 3　筛板塔示意图

（2）斜孔板塔

斜孔板塔是筛孔板塔的另一形式，见图 4。斜孔宽 10 ~ 20 mm，长 10 ~ 15 mm，高6 mm。空塔气流速度

一般取 1 ~ 3.5 m/s，筛孔气流速度取 10 ~ 15 m/s。气体从斜孔水平喷出，相邻两孔的孔口方向相反，交错排列，液体经溢流堰供至塔板（堰高30 mm），与气流方向垂直流动，造成气液的高度湍流，使气液表面不断更新，气液充分接触，传质效果较好，净化效率高，同时可以处理含尘气体，不易堵塞，每层筛板阻力约为 400 ~ 600 Pa。该塔结构比筛孔板塔复杂，制造较困难，安装要求严格，容易发生偏流。

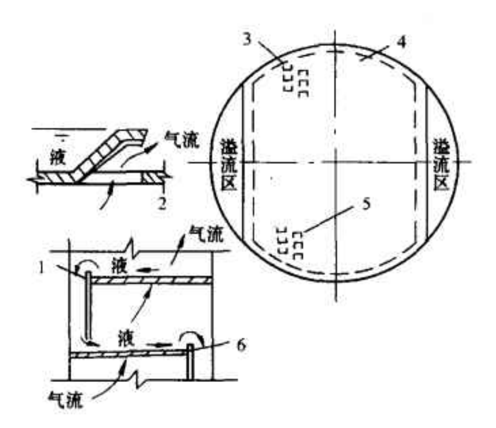


图4　斜孔板吸收塔结构示意图

1、6—溢流堰　2、3、5—斜孔　4—斜孔板

（3）文氏管吸收器

文氏管吸收器如图 5，通常由文氏管、喷雾器和旋风分离器组成，操作时将液体雾化喷射到文氏喉管的气流中，气流速度为 60 ~ 100 m/s，处理100 m^3/min的废气需液体雾化喷入量为40 L/min。文氏管吸收器结构简单、设备小、占空间少、气速高、处理量大、气液接触好、传质较容易，特别适用于捕集气流中的微小颗粒物。但因气液并流，气液接触时间短，不适合难溶或反应速度慢的气液吸收，而且压力损失大（800 ~ 9 000 Pa），能耗高。

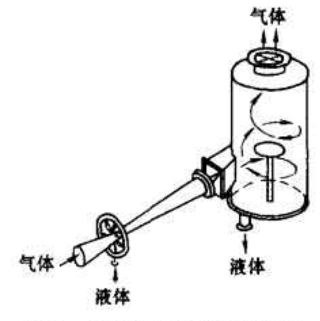


图5　文氏管吸收器示意图

填料塔的吸收设计

1. 吸收剂用量的确定

在设计时需处理的风量（V）及其组成（Y_1）、吸收后气体组成（Y_2）及吸收剂的组成（X_2）是给定的，而出塔的吸收液组成（X_1）与吸收剂的用量（L）有关。

吸收剂用量一般为

$$L = (1.1 \sim 2) L_{min}$$

式中　L_{min}——吸收剂的最小用量，kmol/h。

$$L_{min} = V \frac{Y_1 - Y_2}{X_1^* - X_2} \tag{1}$$

X_1^*——与 Y_1 对应平衡时的吸收液浓度（用比摩尔分数表示）。

当吸收服从亨利定律时，$Y = mX$，则式（1）可简化为：

$$\left(\frac{L}{V}\right)_{min} = \frac{Y_1 - Y_2}{\frac{Y_1}{m} - X_2} \tag{2}$$

式中　m——相平衡常数；

$\left(\frac{L}{V}\right)_{min}$——最小液气比，L/$m^3$。

在工程上，若吸收剂用量取 L_{min} 值，则塔为无限高，不现实；若过多增加吸收剂，液气比增大，塔高可降低，但吸收液的解吸、再生、循环使用的能耗加大，不经济，故吸收剂用量应根据工艺过程和经济技术的合理性确定。在选择吸收剂用量时要保证填料有足够的湿润，一般情况下喷淋密度（即每小时每平方米塔截面上喷淋的液体量）至少大于5 m^3/(m^2·h)。

2. 填料塔直径的确定

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi\omega}} \tag{3}$$

式中　D——塔直径，m；

V——气体体积流量，m^3/s；

ω——实际空塔流速，m/s。一般 $\omega = (0.6 \sim 0.8)\omega_f$，其中 ω_f 为液泛点的空塔流速，m/s。

3. 填料层高度

计算方法有等板高度法、传质单元高度法及传质系数法。用等板高度法计算如下：

$$Z = N_T(HETP) \tag{4}$$

式中　Z——填料层高度；

N_T——理论塔板数（可用图解法求出）；

$HETP$——等板高度（由经验公式求出）。

吸收塔高度 = 填料高度 + 填料间高度 + 塔顶空间高 + 塔底空间高

4. 填料层压力降

填料层压力降可由填料层压降通用关联图查找、也可用阻力系数法计算。

$$\Delta p = \zeta Z \frac{\omega^2 \rho_{气}}{Z} \tag{5}$$

式中　Δp——填料层的压降，Pa；

ζ——阻力系数；

Z——填料层的高度,m;

ω——空塔气速,m/s;

$\rho_{气}$——气体密度,kg/m^3。

xifu jinghua

【吸附净化】

吸附与解吸 当气体分子运动到固体表面时,由于气体分子与固体表面分子间的相互作用,气体分子被暂时留在固体表面,使固体表面气体分子浓度增大,这称为气体在固体表面的吸附,即气—固吸附。被吸附的物质称为吸附质,固体称为吸附剂。吸附剂也可以吸附液体分子,称为液—固吸附。总之,吸附是一种固体表面现象。吸附过程是一个放热过程,其吸附热与两者之间分子作用力有关。根据分子作用力不同,可分为物理吸附和化学吸附两类(详见"物理吸附"和"化学吸附"条目)。

影响吸附作用的重要因素是吸附剂的化学组成及物理结构、吸附质的性质以及吸附过程的条件,如吸附体系的温度、压力、流体速度等。

吸附广泛用于气体、液体的分离和提纯。吸附在环境工程中对低浓度废气净化、溶剂回收、水处理方面是十分有效的方法。

在被吸附分子中,当某些分子其热运动能量足以克服吸附剂引力场作用时,就可脱离吸附剂表面回到流体(气体或液体)中,这一过程称为解吸(或脱附)。解吸是吸附的逆过程。解吸对吸附剂的再生有着重要意义。解吸方法有升温解吸(单独加热法)、减压解吸、通气吹扫及置换解吸,几种方法可单独使用,也可联合使用。在空气净化工业上常用的解吸方法是单独加热法和加热的同时在吸附剂表面吹过热蒸汽或气体。

吸附剂活性 活性是吸附剂吸附能力的标志,以被吸附物质的质量或体积对吸附剂的质量或体积的百分数表示。活性分为静活性和动活性。

静活性是表示气体(或液体)为静止状态,吸附质在吸附剂表面达到吸附平衡(即吸附速率与脱附速率相等,此时吸附质在吸附剂表面上和在流体中的浓度都不再改变的状态)时,单位质量的吸附剂吸附吸附质的最大量,即该平衡条件(温度、压力、吸附质初始浓度一定)下的饱和吸附量。

动活性是表示吸附体系在一定温度、压力和吸附质初始浓度的条件下,气体(或液体)通过吸附剂层后,流出气体中出现吸附质时(此时认为吸附剂层已失效)吸附剂的吸附量。动活性是描述气体在流动状态的吸附体系特性。它不仅与吸附体系的温度、压力有关,而且与吸附质的传质速率、气体浓度、流速、吸附剂形状大小、结构等因素有关。

由于吸附剂层被穿透(失效)时,仍有部分吸附剂具有吸附能力,所以吸附剂的动活性永远小于静活性。静活性是选取动活性的依据。例如,空气净化中活性炭的动活性通常取其静活性的80%~90%。

吸附剂

1. 对工业吸附剂的要求

虽然固体物质表面对于流体都具有物理吸附作用,但适用工业要求的吸附剂应具备以下要求:

(1)吸附剂静活性值大

静活性值增大,保护作用系数 K 值增大,保护作用时间延长。

$$K=\frac{\alpha\rho}{\omega c_0} \tag{1}$$

$$\tau=K(L-h) \tag{2}$$

式中 K——保护作用系数,s/m;

α——平衡静活性,%;

ρ——吸附剂松密度(单位体积吸附剂的质量,包括孔隙及粒间空间),kg/m^3;

ω——气流速度,m/s;

c_0——气流中吸附质初始质量浓度,kg/m^3;

τ——吸附剂层的保护作用时间,s;

L——吸附剂层高度,m;

h——吸附剂层中未被利用的静活性部分的厚度,即"死层",m。

(2)选择性强

吸附能力不仅决定于吸附剂表面性质,而且与吸附质性质有关,如活性炭对苯的吸附能力大于对水蒸气的吸附能力,而硅胶对水蒸气的吸附能力大于对苯的吸附能力。一般吸附剂对吸附质的吸附能力随沸点的升高而加大,沸点高的先被吸附,在气体混合物中,惰性组分沸点低,与被吸附组分的沸点相差甚大,难于被吸附。

(3)具有巨大的内表面

一般吸附剂都是具有高度疏松结构和巨大内表面的多孔性物质,吸附主要发生在吸附剂的内表面,内表面越大、吸附性能越好。

(4)易脱附

对于吸附剂应易再生和活化,使其反复使用,再生方法应简单。

(5)吸附剂具有足够的机械强度、均匀的颗粒度、原料来源丰富、价格低廉、制造简单等特点。

2. 常用的吸附剂

(1)活性炭

活性炭是许多具有吸附性能的碳基物质的总称。几乎所有的含碳物质如煤、木材、椰壳、锯末、骨头等,经高温炭化后,再用水蒸气或热空气活化处理,可制成疏水性的活性炭。根据制造原料和工艺不同、活性炭的孔径大小不同,一般全部微孔表面积约占孔隙总面

积的90%。活性炭吸附主要靠发达的微孔结构。用于气体净化的粒状活性炭比表面积为 1 000 ~ 1 500 m^2/g。此外,活性炭具有耐强酸强碱,能经受水侵、高温、高压作用,不易破碎,气流阻力小,易再生等优点,但它易燃,因此在选用活性炭的净化装置中必须注意防火防爆。

活性炭在工业方面的应用有,除去工厂的有害气体、臭气,回收有机溶剂及烟气脱硫等。其主要吸附对象为:苯、甲苯、二甲苯、丙酮、乙醇、乙醚、乙酸乙酯、甲醛、汽油、煤油、苯乙烯、光气、氯乙烯、恶臭物、硫化氢、二氧化硫、二硫化碳、二氯甲烷、四氯化碳等。

为了提高活性炭吸附能力,扩大使用范围,可用化学试剂浸渍活性炭。如用重铬酸钾或铬酸银浸渍,可吸附砷化氢、磷化氢;用碘或银处理可吸附汞蒸气;活性炭在液相中氧化或磺化,可吸附氨、胺等碱性气体;经氮化处理可有效地吸附氮氧化物、硫的氧化物等。这些在防毒面具中已广泛使用。

(2)硅胶

硅胶是氧化硅多聚物的微球堆积而成的多孔体,是硅酸凝胶脱水的产物。硅胶空隙大小分布均匀,微孔硅胶比表面积为 600 ~ 850 m^2/g。硅胶是极性吸附剂,易吸附极性物质(如水、甲醇等),不易吸附非极性物质(如苯类),故硅胶常用于高含湿气体或液体的干燥,其脱水性随温度的上升而降低。使用硅胶吸附时,其动活性约为静活性的 30% ~40%。

(3)分子筛

分子筛是一种人工合成的泡沫石,其孔径分布均匀,每种型号的分子筛其孔径不同,从而可以起到筛选分子的作用。它具有极强的选择性,在分离沸点非常接近只是分子大小有差异的混合物时效果特佳。分子筛耐高温,机械性能好,吸湿能力强,特别适用于高温下原料气体或液体的深度干燥,但是再生困难。

wuli xifu

【物理吸附】 物理吸附又称"范德华"吸附,吸附剂与吸附质分子之间作用力为范德华引力,范德华引力大小与吸附剂和吸附质分子之间的静电力、渗导力、色散力的大小有关。吸附质分子在吸附剂表面低压时,以单分子层吸附;随相对压力加大,可发生多分子层吸附。

物理吸附时,吸附质分子在吸附剂表面上性质没有改变,其吸附热较小,容易解吸。吸附量随温度升高而减少,低温有利于吸附,高温有利于解吸;吸附量随平衡压力(气相浓度)升高而加大,减压或用清洁气体吹扫有利于解吸。

huaxue xifu

【化学吸附】 又称"活性"吸附。它是由吸附质分子与吸附剂表面分子剩余化学键的作用引起的。被吸物质性质有所改变,吸附放热较多,与化学反应热差不多是同一数量级,难于解吸。

化学吸附与物理吸附不同,吸附剂对吸附质有选择性,而且只有单分子层反应,它的吸附速度随温度升高而增加,故在较高温度下有一个吸附极大点。应当指出,同一物质在低温时可能发生的是物理吸附,而在较高温度下分子具有足够活化能时,可以发生化学吸附。

除上述靠吸附剂表面分子剩余化学键力产生的化学吸附外,另一类化学吸附是吸附质与吸附剂本身或浸渍于吸附剂表面的吸附质发生化学反应的吸附,这类化学吸附多用于特殊物质的吸附净化,如用氯气处理活性炭吸附汞蒸气以及防毒面具的滤毒材料。

xifuqi

【吸附器】 吸附器是装有吸附剂实现气—固吸附和解吸的设备。

分类与结构 按吸附器操作时吸附剂的运动状态,吸附器分为固定床吸附器、流动床吸附器和沸腾床吸附器。工业废气净化多采用固定床吸附器。固定床吸附器有立式、卧式和环形三种,在外形大小相同条件下,环形吸附器的接触面积最大。

固定床吸附器基本结构见图 1。

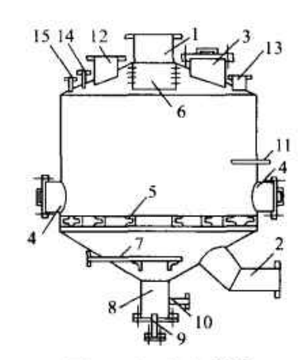


图 1 立式吸附器

1—送蒸气空气混合物入吸附器的接管
2—除去被吸蒸气后的空气排出管 3—加料孔
4—活性炭及砾石排出孔 5—框架
6—带有有孔侧壁的蒸气空气混合物分配器
7—送直接蒸气入吸附器的鼓泡器
8—圆筒形凝液排除器 9—凝液排出管
10—进水管 11—温度计插套
12—解吸时的蒸气排出管 13—排气管
14—压力计连接管 15—安全阀连接管

固定床吸附器的设计 以活性炭吸附有机溶剂为例介绍。

1. 确定废气处理量

处理风量应根据车间内有机溶剂的蒸发量(即吸附质)、有机气体的爆炸下限,配制车间的排气量进行

计算，同时确定废气的初始浓度。

（1）有机溶剂蒸发量计算

可以按实际溶剂消耗量计算、相对挥发度的近似计算或用马札克公式（式1）计算。

$$G=(0.040\,35+0.030\,75\,W)p_{饱}F\sqrt{M} \quad (1)$$

式中 G——有机蒸气蒸发量，g/h；

W——车间内风速，m/s；

$p_{饱}$——有机溶剂在室温时饱和蒸气压，Pa；

F——有机溶剂敞露面积，m^2；

M——有机溶剂相对分子质量。

（2）确定有机溶剂的爆炸下限

从有关手册查出该有机溶剂的爆炸下限或用计算法求得（详见"爆炸极限"条目）。

（3）配气原则

一般将排气浓度控制在爆炸下限浓度的10%～25%。

（4）废气初始浓度

$$c_0=G/V \quad (2)$$

式中 c_0——废气中吸附质的初始质量浓度，g/m^3；

G——吸附质的蒸发量，g/h；

V——废气体积流量，m^3/h。

2. 确定吸附剂用量

（1）确定保护作用时间

常用希洛夫方程（式3）近似计算：

$$\tau=\frac{\alpha\rho}{Wc_0}(L-h) \quad (3)$$

式中 τ——保护作用时间，s；

α——平衡静活性，%；

ρ——吸附剂松密度，kg/m^3；

W——通过吸附剂层的气体流速，m/s；

c_0——气流中吸附质初始质量浓度，kg/m^3；

L——吸附剂床层厚度，m；

h——吸附剂"死层"厚度，m。

吸附剂床层厚度的选择决定了保护作用时间的长短，活性炭吸附有机溶剂的床层厚度一般选择0.5～1 m。若厚度过高，炭层阻力加大，设备体积加大，解吸时蒸气耗量亦会增加，所以保护作用时间的确定是经济指标和技术指标的综合结果。

"死层"厚度的选择一般为吸附剂床层厚度的8%～15%。

吸附过程的每次间歇操作的持续时间（保护作用时间），还可以根据实际吸附剂层的平均终活性与初活性，用物料衡算来确定。

$$\tau=\frac{G(a_{终}-a_{初})}{WS(c_0-c_{残})} \quad (4)$$

式中 τ——保护作用时间，s；

G——吸附剂用量，kg；

$a_{终}$——吸附剂终活性，即最终炭层中含有吸附质的质量分数；

$a_{初}$——吸附剂的初活性，即初始炭层中含有吸附质的质量分数；

W——吸附剂层截面气流速度，m/s；

S——吸附剂层截面积，m^2；

c_0——气流吸附质初始质量浓度，kg/m^3。

$c_{残}$——吸附器出口气流吸附质的残留质量浓度，kg/m^3。

（2）吸附剂床层面积

$$S=V/W \quad (5)$$

式中 V——废气体积流量，m^3/h；

W——通过吸附剂截面气流速度，m/s。一般空塔流速在0.2～0.4 m/s左右。

（3）吸附剂用量

$$G=LS\rho \quad (6)$$

3. 吸附热造成的升温

用活性炭吸附物质时，所放出的吸附热使炭层及混合气升温，不利于吸附的进行。活性炭吸附有机物的吸附热可由手册中查出。根据吸附器中装炭总量及每次间歇吸附时被吸物质的总量，计算吸附放出的总热量。该热量消耗于加热混合气、炭、砾石、吸附器及绝热材料等，但大部分热量被混合气吸收。假定混合气比热容等于空气比热容，可求得混合气的升温。

4. 解吸时水蒸气的消耗量

水蒸气消耗量的一般经验值：每回收1 kg苯消耗3～5 kg水蒸气。

5. 吸附剂层阻力

$$\Delta p=\lambda\frac{LW_{隙}^2\rho}{2d_{当}} \quad (7)$$

式中 λ——外摩擦系数，是雷诺数（Re）的函数。

$Re<20$ 时，$\lambda=\frac{146}{Re}$；

Re 在 20～2 000 时，$\lambda=\frac{16}{Re^{0.2}}$；

$Re>2\,000$ 时，$\lambda=0.4j$

L——吸附剂层厚度，m；

$W_{隙}$——气体在吸附剂层的孔隙中的真实速度，m/s；

ρ——气体密度，kg/m^3；

$d_{当}$——当量直径，m；

$$d_{当}=\frac{4V_{隙}}{\sigma}$$

式中 $V_{隙}$ 为单位体积吸附剂层中颗粒空隙所占的百分比，又称床层孔隙度；σ 为单位体积床层中全部吸附剂颗粒的表面积，m^2/m^3。

Δp 的计算值应与实测值对照才比较可靠。

吸附净化系统的安全技术 吸附净化系统的安全是极其重要的，应注意以下几个方面。

1. 保证吸附器和管道的密闭

设备和管道应具有最少的可拆卸接合；排送含有有机溶剂的管道壁厚应大于5 mm；含有机溶剂的设备和管道均应经过砾石阻火器与大气相通。

2. 杜绝工作场所产生火花

马达应是防爆型的或放在专门隔离的场所；防静电、防雷击。

3. 杜绝活性炭升温到接近其燃点(300 ℃)

严格控制炭层温度，测温点应能达到炭层中心及炭层的各部分；应避免炭层的急剧氧化而放出大量热；解吸时炭层温度控制在105～110 ℃之间，解吸用的过热蒸气不应高于120 ℃；解吸后应在100 ℃以下干燥炭层，然后用冷空气将活性炭冷却至40 ℃以下；若炭层冒烟或引燃时，应立即引水缓慢淹没炭层，不可鼓风；避免解吸冷凝液倒流入炭层而剧烈放热；吸附器停止操作时间超过24 h，活性炭在解吸后应用水淹没炭层。

吸附流程 吸附净化流程分为非再生吸附净化流程和再生吸附净化流程。

1. 非再生吸附净化流程

吸附器可以并联，也可以串联。例如，用吸附氯气后的活性炭净化汞蒸气，待吸附器饱和后，重新更换吸附剂。

2. 再生吸附净化流程

再生吸附净化流程主要用于净化含有机溶剂的废气，并回收有机溶剂。该流程包括：活性炭吸附有机蒸气(吸附)、从活性炭中解吸有机溶剂(解吸)、用热空气吹干或烘干活性炭(干燥)、用冷空气冷却活性炭(冷却)四个步骤。为了维持连续吸附，净化系统中应不少于2台吸附器交替进行吸附及解吸过程。典型流程见图2。

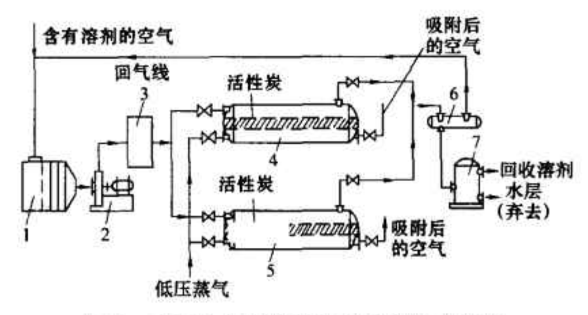


图2 有再生系统的活性炭吸附净化设备

1—过滤器 2—风机 3—空气冷却器 4—Ⅰ号吸附器 5—Ⅱ号吸附器 6—冷凝器 7—分离器

ranshao jinghua

【燃烧净化】 用燃烧方法来销毁有害气体、蒸气或烟尘，使之变成无害物质，叫做燃烧净化。

燃烧净化实际上是化学转化过程，其中主要是氧化过程，其次是热分解过程。燃烧净化的燃烧机理是气体中有害物质的化学转化过程。对于一般有机物，其燃烧机理反应式可表示为：

$$C_mH_n + (m + \frac{n}{4})O_2 \longrightarrow \frac{n}{2}H_2O + mCO_2$$

在大多数情况下，反应还要通过若干中间过程及局部过程，其中较为重要的是生成中间产物一氧化碳，然后再转化成二氧化碳。根据废气和辅助原料的成分，也有其他的反应生成物，如氮氧化物、二氧化硫、氯化氢以及其他物质产生。

燃烧净化主要是销毁气体组分，也可以销毁分散在气相中的固态和液态颗粒。工业上广泛应用燃烧净化法处理有机溶剂蒸气和碳氢化合物。这些物质在过程中被氧化成二氧化碳和水蒸气，同时可回收反应过程中的热量。燃烧净化也可以用于消除烟和臭味。

燃烧净化的优点在于：由于有害物质具有可燃性，所以不论其化学性质如何，都可以完全被消除；同时，在大多数情况下，燃烧净化不存在废水或固体废物的处理问题。

目前使用的燃烧净化法有直接燃烧、热力燃烧和催化燃烧三种。

直接燃烧，是把可燃的有害废气当作燃料来燃烧。只适用于含可燃组分浓度高并能够点燃的有害废气。

热力燃烧，一般是在较高的温度(650～820 ℃)范围内，使有害物质进行氧化的热化学转换过程。

催化燃烧，是在反应过程中使用了催化剂，以获得较高的反应速度，所以可在较低的温度(400～500 ℃)范围内，使有害物质进行转化。

在三种燃烧中，只有直接燃烧是有火焰的，所以可称为直接火焰燃烧。而热力燃烧和催化燃烧并无火焰，这两个转化过程为提高废气的温度，需用辅助燃料时(尤其是热力燃烧)，则会产生火焰。如为提高废气的温度，用其他方法供热，则并不一定有火焰。

在燃烧净化中，处理的废气是多种多样的，基本上可分为以下四种类型。

第一类型：混合气体中可燃组分的浓度在25% LEL以下，而且氧在混合气体中的浓度为15%以上。在这种情况下，废气本身可以有充足的氧供辅助燃料燃烧。这类混合气体采用热转化或催化转化方法净化均可以。

第二类型：混合气体中可燃组分的浓度在25% LEL以下，而氧在混合气体中的浓度低于15%。在这种情况下，废气本身没有充足的氧供辅助燃料燃烧，因此必须供给补充氧气。这种类型的混合气体采用热转化或催化转化法净化均可以。

第三类型:混合气体中可燃组分的浓度高于爆炸上限,即混合气体中缺氧,使这类废气成为不可燃烧的。在这种情况下,要向废气提供空气,以维持燃烧。这种类型的混合气体,可采用直接燃烧,或在一般能级及较高能级的骤燃中进行。

第四类型:混合气体中可燃组分的浓度在爆炸极限范围内,是既不需要补充燃料,又不需要提供空气便可维持燃烧的废气。这种废气是一种可燃混合气体,因而是极其危险的。在这种情况下,火焰能从着火点通过废气管道回火。为此,在处理这种废气的任何系统中,都必须采取安全措施,以防止回火发生。

燃烧净化常遇到的情况是有害物质含量很低而且要处理的空气量(或惰性气体量)很大。能否用燃烧净化方法,需要先了解废气的温度、体积、化学组成、露点和最高容许排放浓度。这是考虑处理量、燃烧条件、净化要求以及是否事先冷凝等因素的必要资料。

zhijie ranshao
【直接燃烧】 直接燃烧,也称直接火焰燃烧,就是用可燃的有害废气当作燃料来燃烧的方法。

直接燃烧法的条件,就是有害废气是可燃的,即有害废气的浓度在燃烧极限浓度之内。一个设计得好的燃烧器可以使热值仅为3 400 kJ/m^3的气体维持燃着不熄,而不需要辅助燃料;某些情况下预热至320~370 ℃,热值更低的气体也可燃着;高炉气就是低热值而能维持燃烧的典型例子。H_2S 与空气混合,有足够热值维持燃烧,通过燃烧可以回收硫磺,消除其高毒恶臭,但生成的 SO_2 需进一步处理。剧毒的 HCN,也可在空气中燃烧,然后排入大气。多种可燃气体或多种溶剂蒸气混合存在于空气中,只要浓度较高,都可以直接燃烧。如果浓度高于燃烧上限,则可以混以空气再烧。许多情况是废气所含的可燃组分在燃烧下限以下,这就需要加入一定数量的天然气或其他辅助燃料,以维持燃烧。

直接火焰燃烧,通常在1 100 ℃以上进行。燃烧完全的产物是 CO_2、N_2 和水蒸气。直接火焰燃烧系统中,废气中的有机物或溶剂蒸气只作为燃料,并在燃烧中提供主要热量;否则,应当另选热力燃烧或催化燃烧的方法。

直接燃烧的设备可以使用一般的炉、室,把可燃废气当燃料使用,也可用燃烧器。敞开式的,特别是垂直位置的直接燃烧器称做"火炬"。火炬很少用于溶剂蒸气,而只用于有很少灰分的废燃料气。火炬易受天气影响,特别是大风时可使某些未烧掉的燃料气扩散。火炬燃烧意味着白白浪费燃料。

碳氢化合物气体直接燃烧时,往往产生黑烟。碳氢化合物中 H/C 质量比愈低,愈容易产烟。H/C 质量比≥0.33 的,较为易燃而无烟。H/C 低而火炬燃烧产烟时,可以于燃点温度射入水蒸气,而 H/C 质量比愈低则需水蒸气愈多。

直接燃烧法,适用于与空气混合后浓度接近燃烧下限、或者不加空气即为可燃的废气。这就是说,只适用于有害废气中含可燃组分浓度较高,或者燃烧氧化后放出的热量(即热值)比较高的气体。因为,只有燃烧氧化放出的热量能够补偿被传给周围而移去的热量,才能维持燃烧区域的温度,也才能继续维持燃烧。直接燃烧法不能应用于可燃组分浓度低的有害气体。

reli ranshao
【热力燃烧】 热力燃烧又称热化学转化或热燃烧,是把可燃有害组分温度升高到反应温度,使其进行氧化分解的方法。反应温度通常为650~820 ℃范围,所以需要使用辅助燃料燃烧供热。热力燃烧使用的设备称为热力燃烧室(炉),也称热反应器等。

热力燃烧的条件 热力燃烧的条件是废气与氧气在反应温度下充分接触一定的时间。这就是在供氧充分的情况下,热力燃烧的反应温度、驻留时间、湍流混合的三个要素,也就是国外所称的温度(Temperature)、时间(Time)、湍流(Turbulence)的"三T条件"。"三T条件"具体指出了热力燃烧的必要条件,但不能指明如何实际应用,特别是湍流混合的实际应用比较复杂。"三T条件"从定性来看,是互相关联的,在一定范围内改善一个条件可以降低其他两个条件的要求,例如:提高反应温度可以缩短驻留时间,并可降低湍流混合的要求。在"三T条件"中,延长驻留时间,将增大燃烧设备;提高温度会多耗辅助燃料;因而改进湍流混合的情况是最为经济的方法。这是设计燃烧炉结构时要注意研究的一个重要方面。

反应温度与驻留时间两个因素,是有一定的互换性的,温度高允许驻留时间短。但是,实际应用有一定的限制,因为氧化速率对温度有十分强烈的相关性。对于一般的碳氢化合物及有机蒸气,燃烧净化炉的工程设计可取反应温度为760 ℃,驻留时间为0.5 s。

热力燃烧的流程 热力燃烧中的废气一般是以空气为本底的,所以含有足够的氧。可用部分废气助燃以使辅助燃料燃烧,这部分废气称为助燃废气。辅助燃料燃烧后产生的高温燃(烟)气,再与其余部分废气混合,达到氧化分解的温度。这其余部分的废气称为旁通废气。如废气的本底是惰性气体,则需提供空气或氧气助燃,辅助燃料的燃烧,此时全部废气都将成为旁通废气。

热力燃烧过程可以分为三个步骤:首先是辅助燃料用废气或空气助燃燃烧,以此提供热量;然后是废气

与燃烧产生的高温燃气混合，以达到反应温度；废气在反应温度下，停留一定时间，使废气中可燃的有害组分进行氧化分解反应，从而得到净化了的气体。在实际燃烧中这三个步骤是相互混杂的，而且界限是不分明的。

热力燃烧炉的结构 热力燃烧炉要使废气升温到760 ℃，保持0.5 s的驻留时间，才能使废气中可燃的有害组分（碳氢化合物及溶剂蒸气）销毁掉。为得到760 ℃的温度，要用辅助燃料，用一部分含氧废气来助燃，如果废气缺氧，则用外来空气助燃；另一部分旁通废气与高温燃气湍流混合，使废气均匀地升温到760 ℃得到销毁。因此，热力燃烧炉的主体结构有两部分：一是燃烧器，燃烧辅助燃料以产生高温燃气；二是燃烧室，使高温燃气与冷废气（旁通废气）湍流混合达到反应温度并保持所需的驻留时间。然后，将已销毁过而含有大量热量的废气通过热回收设施，经烟囱排空。

热力燃烧炉结构，按照使用的燃烧器不同，可以分为配焰燃烧器系统和离焰燃烧器系统两大类，分别简称为配焰炉与离焰炉。配焰燃烧器是将燃烧配布成许多小火焰，布点成线，使废气分别围绕许多小火焰流过去，以此来达到迅速完全的湍流混合，并有利于“火焰接触”。离焰燃烧器是先由燃烧火焰产生高温燃气，然后再与废气混合。或者说，火焰是分离控制的。配焰燃烧器与离焰燃烧器主要区别在于离焰燃烧器火焰的产生及其控制是分离的。

热力燃烧法的应用 热力燃烧法适用于可燃有机质含量较低的废气的净化处理。这类废气往往只含极少的有机物质。废气本身不可燃。废气中可燃组分经过燃烧氧化，虽也可以产生热量，但热值很低，仅为38～750 kJ/m^3，不能靠此维持燃烧。因此，在热力燃烧中，要净化的废气不是作为燃烧所用的燃料，而是含氧量足够时作为助燃气体，不含氧时只是焚烧对象而已。

热力燃烧法广泛应用于石油工业、油脂工业、电镀行业、油漆行业等一些含有机物废气的治理过程。但大多数热力燃烧都需要使用一定量的辅助燃料，故其运行费用较高。所以，比较完善的热力燃烧系统均包括热量回收设施。一般采用热力燃烧法净化有害气体时，使用天然气作燃料。

cuihua ranshao

【催化燃烧】 催化燃烧法又称为催化化学转化法，是先将废气混合均匀加热到催化反应所需的温度，然后通过催化剂床层，使废气中的可燃组分发生氧化放热反应。催化燃烧反应温度在400～500 ℃范围内，由于反应温度低，能量消耗也相应降低。催化燃烧使用的设备称为“催化燃烧室”，或称为“催化反应器”“催化后燃室”等。

催化燃烧法的操作条件

1. 操作温度

催化燃烧必须在一定的温度范围内才能进行。一般催化燃烧都伴有热效应，此温度的调节控制对催化燃烧设备的生产能力和净化效果的影响很大。由于催化燃烧为不可逆的放热反应，所以无论反应进行到什么阶段，都应在尽可能高的温度下进行，以获得较高的转化速率。但操作温度往往受某些条件的限制，如催化剂的耐热温度、高温材料的获得、热能的供应，以及是否伴有副反应等。在实际生产中，应根据不同情况恰当地选择。

决定催化燃烧法操作温度的最重要的因素是有害物质的化学组成。为了产生显著的转化过程，大多数催化氧化反应都需要一个最低反应温度，这个最低温度即为有害物质的着火点。一般说，化学组成相似的物质，其着火点亦相似。因此，在决定催化剂入口温度时，掌握废气中有害物质的组成是十分重要的。

2. 驻留时间

废气通过催化剂床层的驻留时间是个非常重要的参数。它关系到工程设计上所需的催化剂体积，或者说关系到催化转化率。废气通过催化剂床层的驻留时间有三种表示方法。

(1)驻留时间 τ，用于废气升温和混合时间，多用秒(s)表示。

(2)催化剂比体积($V_{催}/V_{气}$)，为催化剂体积与废气体积流量之比。

(3)空间速度 v，即空速，表示单位时间内，单位催化剂体积所能处理的气体混合物体积。空速越大，即通过单位体积催化剂的气体混合物流量越大，表明催化剂处理能力越大。

驻留时间 τ 的资料很不一致。实际上所需的驻留时间或催化剂比体积是由催化剂的有效速率系数及设计要求的转化率所决定的。国内对催化燃烧规定 $\tau = 0.13 \sim 0.5$ s；国外则规定 $\tau = 0.03 \sim 0.12$ s。所以在选用驻留时间作为设计依据时，要注意其先进性和可靠性。

催化转化过程的转化率 碳氢化合物及有机溶剂蒸气的催化氧化，依赖于许多因素，包括可燃组分化学组成及浓度；催化剂的类型、数量和活性；操作温度；废气通过催化床层的流速等。废气中有机物在催化燃烧炉中的转化率包括预热室的和催化转化室的转化率两部分，可用式(1)表示：

$$X_{全} = X_{预} + f_{催}(1 - X_{预}) \quad (1)$$

式中 $X_{全}$——通过催化燃烧炉氧化的全部转化率；

$X_{预}$——废气通过预热混合室时氧化的部分转化率；

$f_{催}$——到达催化剂床层的有机物在催化床中的氧化转化率。

由于预热阶段的氧化转化不完全，生成二氧化碳和水蒸气，因此预热混合时并不是温度越高越好。在预热混合时，氧化反应多发生在300～590 ℃温度范围内，而这个温度范围，有机物可能生成一氧化碳、醛等中间产物，进入催化剂床层后继续氧化。为了减少预热阶段的不完全氧化，对预热混合室的设计与操作，应控制在催化氧化反应的最低温度。

催化氧化转化率可用式(2)表示：

$$f_{催} = 1 - e^{-K_{效}\tau} \quad (2)$$

式中 $K_{效}$——催化剂床层的有效速率系数，s^{-1}。

由式(2)可以得出，在给定 $K_{效}$ 值时，要使转化率 $f_{催}$ 增加，就需要加大催化剂的比体积。此外，当废气流量一定时，催化剂床层的体积与驻留时间成正比。即处理的气体一定时，达到一定的转化率所需的驻留时间越短，则催化剂用量越少，亦表明催化燃烧炉的生产能力越大。

关于有效速率系数 $K_{效}$，据分析，是特定催化剂的化学反应速率系数与传质速率系 数的综合，即

$$\frac{1}{K_{效}} = \frac{1}{K_{化}} + \frac{1}{K_{质}} \quad (3)$$

化学速率系数 $K_{化}$，取决于催化剂多孔薄层中活性金属的微结构、化学组成及 HC 种类，强烈地依赖于温度。传质速率系数 $K_{质}$，取决于催化剂几何形状与废气的流体力学状态，相对地不取决于温度与 HC 种类。

催化燃烧炉 催化燃烧炉由燃烧器(或其他热源)、预热段、催化剂等部件组成。催化剂是催化燃烧炉的核心部分，完整的催化燃烧炉还应设有热量回收装置。

在燃烧炉的预热段中，用燃烧器把废气加热至适当的温度。为了使通过催化剂表面的气流和温度分布均匀，保证火焰不直接接触催化剂表面，预热段一般需要有足够的长度。预热段中还可适当设置气流导向装置，如挡板等，以改善流动性能。

为防止热量损失，预热段及其余部分都应有良好的保温设施。炉体的壳多用钢结构的外壳内衬耐火材料；或用双层夹墙结构，用金属衬里作炉壳的内墙。

催化燃烧炉的燃料多用天然气，也有用燃料油或采用电加热的。如净化后的排气能用来助燃的话，则不用再引入外来空气助燃。

为了便于清洁和更换催化剂，催化剂应设计成装卸方便的模屉结构，并要考虑不使气体在床层内走旁路。

催化燃烧法的应用 催化燃烧法，只适用于含有可燃气体，蒸气的废气净化，不适用于含有大量尘粒雾滴的废气净化。因为，尘粒雾滴不仅可以堵塞催化剂的床层，而且能使催化剂本身覆盖污塞而造成活性很快衰退。如果能使尘粒雾滴在预热阶段(即进入催化剂床层以前)完全气化为蒸气，则此法仍然可用。

催化燃烧可在较低温度下完成化学转化，然而，催化剂的中毒问题迄今尚未得到彻底解决，因此这种方法在工业中的推广应用非常慢。

cuihuaji
【催化剂】 催化剂是指能够促进某一化学反应加速进行，而本身却无变化或消耗的物料。

催化剂的构成 催化剂通常是由催化活性材料和载体组成。多数情况下，催化活性材料是金属或金属氧化物。它们又可分为贵金属催化剂，如铂、钯等，以及贱金属催化剂，如铬、钒、锰、铁、钴、镍等金属及氧化物。催化剂载体或支承体一般是多孔物质，可使活性材料具有大的内表面积。载体可分为金属载体和陶瓷载体两种。以金属为载体的催化剂称全金属催化剂，一般是以镍或镍铬合金为载体做成的带、片、丸、丝等形状，然后将铂、钯"化学镀"(即溶液浸渍)或"电镀"于上述载体上，并制成便于装配、拆卸的模屉等催化床构件。以陶瓷为载体的催化剂，一般是以硅—铝氧化物为载体，其结构有片粒状和蜂窝状两种。在陶瓷结构上涂敷一层仅0.13 mm厚的氧化铝薄层，把活性的铂、钯以微晶状态沉积或分散在多孔的氧化铝薄层中。

催化剂应具有的特性

1. 高活性。催化剂的活性可解释为催化剂每单位面积或单位体积的转化率。但转化率不仅取决于催化剂的活性，而且取决于催化剂的物理性质，如反应物在其多孔结构中的扩散对流的传递情况。

2. 高选择性。催化剂的选择性通常解释为用某一催化反应来加速特定的反应或反应的一小部分，而不能加速所有反应。在工业生产中净化含有害组分的混合气体时，催化剂的选择性对单一反应不是十分有效的。因为被处理的废气通常包含一种以上的有害物。

3. 对高温不敏感。这一点对催化剂是十分重要的，因为废气的温度可能变化。一定范围内的温度变化应对催化剂的性能没有多大影响。

4. 高的机械强度。防止催化剂破裂和磨损也十分重要。破裂会造成降低催化剂活性，而且会增加催化剂床层的压降。

5. 使用寿命长。因为多数催化剂价格昂贵。

6. 低的压降。

催化剂的钝化 催化剂在燃烧炉中使用会逐渐钝化，即活性衰退。其原因有：

1. 热年龄与过热烧结

热年龄主要是微结构改变和活性外衣的剥蚀、消耗及蒸发。这种钝化一般是缓慢的，催化剂的正常效能可以维持3～5年。提高操作温度将加速钝化过程，以至催化剂寿命仅为1年左右。过热烧结则可使催化剂活性猛然下降，以至完全丧失活性。所以，对于全金属型催化剂的最高暴露温度不能超过800 ℃，正常操作应当控制在700 ℃以下。因为热年龄而钝化，可以用提高预热温度来补偿，直到提高温度无效或引起烧结为止。对于过热烧结，则只有更换催化剂了。

2. 覆盖与污塞

这是指表面被凝结的有机物质或一薄层无机物颗粒所遮盖，因而妨碍废气与催化剂表面接触。这种钝化只有靠清洗的办法解决。同时也说明催化燃烧不适用于含有大量尘粒、雾滴且不能事先完全汽化的条件。

3. 催化剂毒质

废气中含有特殊的毒质时可使催化剂中毒而钝化，这些毒质是：磷、铋、砷、锑、汞、铅、锌、锡。前5个为快速作用毒质，后3个为慢速作用毒质。所以，在产生废气系统与催化燃烧系统中，清洁金属表面不能磷化。易破碎的水银温度计不能用，镀锌铁皮也不能用。通常遇到废气中有痕量的毒质时，钝化均匀分布在化学活性位置上，可以用提高预热温度来补偿维持一个阶段。短时暴露在高浓度的毒质中，可以导致局部或全部催化剂完全丧失活性。

催化剂活性衰退的补偿办法是：

(1)设计时即加大催化剂的量以延长使用寿命。

(2)活性已衰退时提高操作温度。

(3)定期清洁催化剂。

(4)最后更换催化剂。

lengning jinghua

【冷凝净化】 冷凝净化是指将处于蒸气状态的有害物质冷凝成液体，从而达到与气体分离的目的。

冷凝净化的原理 从空气中冷凝蒸气可采用移去热量(即冷却)的方法，也可采用增加压力(减小体积)的方法，降低温度或增加压力的结果，是使未饱和气变成了饱和气。所以在保持气体的蒸气浓度不变的情况下，降低温度达某一数值时，未饱和气可变成饱和气(即可以凝结出液态物)，此时的温度称为露点温度。

冷凝过程必须将空气、蒸气混合物冷却至露点温度下，才能将蒸气部分冷凝下来。冷凝变成的液体部分即净化回收部分。由于受冷却温度的限制，对应于冷却温度下用饱和蒸气压表示的有害物质蒸气仍停留在气相中，不能凝结。所以冷凝净化程度是以冷却温度下的饱和蒸气压为极限的。

冷凝净化的分类 冷凝净化可分为直接(接触)冷却和间接冷却两种。

1. 直接冷却法

直接冷却法即冷却剂与被冷物料直接接触，可直接向所需冷却的物料加入冷水或冰。直接冷却时，常用的冷却剂是水。直接冷却使用设备有填料塔、喷淋式冷却塔、泡沫冷却塔、文丘里冷却器、瀑布式混合冷凝器等。直接接触冷却冷凝器的结构一般较为简单，安装、操作均很方便。适用于处理含大量水蒸气的高湿废气，可以承担较大量的空气净化任务。直接冷却用水量大，一般多用于有害物质不加以回收或含有害物的冷却水不需另行处理的场合。

2. 间接冷却法

间接冷却通常是在具有间壁式的换热器(冷却器)，或称表面冷凝器中进行的。壁的一边为低温载体，如冷水、盐水、冷却混合物，以及固体二氧化碳等；而壁的另一边为所需冷却的物料。间接冷却使用的冷凝器依其传热器的形状和结构可分为管式和板式两种。管式冷凝器常用的有蛇管式、套管式和列管式等，而板式冷凝器常用的有夹套式、螺旋式、平板式、翼片式等。表面冷凝器处理废气的容量较小，冷却剂耗用量也少。回收的冷凝液比较纯净，可以再用。所以特别适用于易挥发溶剂贮罐等设备中蒸气的净化。

冷凝净化的应用 冷凝净化法的优点，是所需设备和操作条件比较简单，收得的物质比较纯净。因而冷凝净化往往用作吸附、燃烧等净化设施的前处理，以减轻这些设施的负荷，或预先除去影响操作、腐蚀设备的有害组分，以及用于预先回收可以利用的纯物质。

冷凝净化只适用于蒸气状态的有害物质，多用于从空气中回收有机溶剂的蒸气。冷凝方法本身可以达到很高的净化程度，但是净化要求愈高，则需冷却的温度愈低，冷却所需费用也就愈大。因此，只有空气中所含蒸气浓度较高时，冷凝净化才经济有效。由于受冷凝温度的限制，使得冷凝回收净化后排放的气体不易达到国家卫生标准，所以冷凝回收法一般仅作为其他净化方法的预处理措施。

进入冷凝装置的蒸气浓度可以在爆炸上限以上，而自冷凝装置出来时的浓度可在爆炸下限以下。在冷凝器中恰好是在爆炸上限与下限之间，这是不利于安全的一个缺点。

biaomian lengning zhuangzhi

【表面冷凝装置】 表面冷凝装置是指具有间壁式的换热器(冷却器)。进行冷凝净化时壁的一边为低温体，如冷水、盐水、冷却混合物以及固体二

氧化碳等，而壁的另一边为所需冷却的物料。

表面冷凝装置的分类

1. 列管式冷凝器

它是典型的换热设备，通常包括固定管板式、U形管式和浮头式三种。其构造主要由花板、管束和壳体三部分组成。这种设备被作为一种传统的标准式设备，在所有换热器中，目前仍占据着主导地位，在我国已经以行业标准 JB1168—73 予以标准化。考虑到这种冷凝器对流速和清理要求不高，一般将易于排出的冷凝流体或蒸气通入管间。为便于清洗，不清洁的流体应走管内，因此选择蒸气凝结在管外壁；冷却水在管内流动，使用后经凉水塔冷却再循环使用。

2. 翅管空冷冷凝器

一般蒸气冷凝给热系数都很大，约在4.2×10^4 kJ/(m^2·℃·h)左右，和另一侧流体给热系数相差悬殊时，应在给热系数小的一侧加翅片，即翅片一般用于气体、黏液、流量既小又无相变的一侧。空气冷凝器是用空气代替水作冷却剂，它的优点是节约水，操作费用和基建费用都较省，在水源不足的地区更具有优越性。

3. 淋洒式冷凝器

蒸气在管内冷凝，外面淋以水幕冷却，并循环使用冷却水。这种冷凝器属水平管外成膜换热。冷凝器管径一般为50～200 mm，也可略小，如38 mm左右，冷凝管长约3 m。

4. 螺旋板冷凝器

和管式换热器相比，板式换热器发展较晚，但它的传热性能好，一般螺旋板换热系数 K 比管式约高1～3倍，它的缺点是不耐高压。但在净化空气蒸气冷凝应用中，一般对压力要求不高，选用板式冷凝器还是经济可靠的。螺旋板换热器是板式换热器的代表，其流道布置适宜于蒸气状态的冷凝，冷却剂螺旋流动。有害蒸气先是轴向流动，经冷凝后再转为螺旋流动并进一步冷却。螺旋板换热器经济合理，传换性能好，特别适用于对压力要求不高的冷凝净化过程。

表面冷凝器的热计算 冷凝器的热计算和一般换热器的热计算一样，是为了确定换热面积，或已知面积，计算所能传递的热量（作为校核计算）。

根据传热理论对换热器的计算，传热方程式为：

$$Q = KF\Delta t_m \tag{1}$$

式中 Q——总换热量，kJ/h；

K——传热系数，kJ/(m^2·h·℃)；

Δt_m——平均温差，℃；

F——传热面积，m^2。

欲计算传热面积，应用此公式，就必须根据已知条件，先求出总换热量，传热系数 K 和平均温差 Δt_m。

1. 总换热量

可根据有害蒸气混合气放出的热量来计算，包括有害蒸气冷凝的潜热和混合气冷却和冷凝液进一步冷却的显热。

2. 传热系数 K

它可按式(2)求出：

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \tag{2}$$

式中 λ——管（或板）壁的导热系数，kJ/(m^2·h·℃)；

δ——管（或板）壁的厚度，m；

α_1——冷凝给热系数（无不凝气时），kJ/(m^2·h·℃)；

α_2——冷凝剂给热系数，kJ/(m^2·h·℃)。

表面冷凝装置的应用 表面冷凝器的装置较接触冷凝器复杂，处理废气的容量也较小。但是，冷却水的耗用量却要小得多，回收的冷凝液也较纯净。因而，比较适用于储罐、油槽、混合锅及清洁的干燥装置等处散放有机蒸气的净化，特别适用于冷凝蒸气浓度高的空气的净化处理。

在表面冷凝装置中还需要对冷凝液进一步冷却，因为如果冷凝液没有进一步冷却，一接触大气就会大量挥发。所以，冷凝液在与大气接触前要求冷却到60 ℃或更低。

jiechu lengning zhuangzhi

【接触冷凝装置】 接触冷凝装置（又称混合冷凝器）是通过冷凝剂与被冷凝的蒸气直接接触来达到冷凝净化目的的装置。

接触冷凝装置的分类

1. 喷射式接触冷凝器

喷射式接触冷凝器是用喷出的水流将蒸气冷凝，其既可将蒸气冷凝，又将不凝气体带出，不需另设抽气设备，但缺点是冷却水用量较大。喷射式接触冷凝器，应保证有充足的压力，这样使冷却水尽可能的分散，以增加气液两相接触面积。

2. 喷淋式接触冷凝器

喷淋式接触冷凝器结构非常简单，只是一个空塔，为了增加接触面积，把液体喷成微小的雾状。雾粒越小，接触面积就越大，但同时雾粒下降的速度也就越慢。此时，混合气体的流速应该要小，否则雾粒就只能上升而不被凝气吹走。

3. 填料式接触冷凝器

填料塔是气、液连续接触式塔型。填料塔的塔身是一直立圆筒，底部装有支承板，填料乱堆或规则地放置在支承板上。液体从塔顶经分布器淋到填料上，从上向下沿填料表面流下；气体从塔底送入，自下向上连续流过填料的空隙，在填料层中气、液两相互相接触达到冷凝净化的目的。采用比表面积及空隙率都大的填料，能显著提高填料塔单位体积的处理能力。

4. 塔板式接触冷凝器

塔板是板式塔的核心部件，它决定了一个塔的基本性能。由一块块塔板、按一定的间距安置在一个圆筒形的壳体内就构成板式塔。在进行气体接触冷凝时，气体自下而上通过塔板上的开孔部分与从上一块塔板流入的液体在塔板上接触，使蒸气冷凝。

直接接触冷凝装置的热计算 在直接接触冷凝器中，混合气的潜热借传导和对流传热；而混合气中蒸气的冷凝的潜热传递是和传质同时进行的，借扩散和对流传递热量。

接触冷凝的有关热计算，可以用简单的热量平衡计算来解。假设冷凝过程中蒸气冷凝放出的潜热和冷凝液进一步冷却放出的热量，完全由冷却水吸收，则可计算出冷却水的需要量。按照最大的液体流量（冷却水量、含湿气体冷凝下来的水蒸气凝液量等），可计算出管径、热水池体积，以及有关设备。

接触冷凝装置的应用 由于接触冷凝装置是借被冷凝物料与冷却剂直接接触，以达到降低温度进行冷凝的，所以应用接触冷凝装置的关键，是尽力能增加两相（混合气与冷却水）之间的接触面积。如使冷却水尽可能分散，采用比表面积和空隙率大的填料，或使用多孔塔板等。

接触冷凝装置一般结构比较简单，安装、操作均很方便。适用于处理含大量水蒸气的高湿废气，可以承担较大量的空气净化任务。直接冷却后的凝液，或溶解在冷凝液中，或与冷凝液形成互不相溶的液体。对前者，直接冷却物料的凝液被大量冷却水稀释；对后者，则需设置分离器。直接接触冷凝装置的冷却用水量大，一般多用于有害物质不加以回收或含有害物的冷却水不需另行处理的场合。

gongzhongdu fangzhi

【汞中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级，汞属于一级毒物，即极度危害的毒物。汞在常温下为银白色液体，密度为13.6 g/cm³，熔点为-38.9 ℃，沸点为356.6 ℃。汞在常温下即能挥发，0 ℃时汞蒸气饱和浓度为车间空气中汞最高容许浓度（0.01mg/m³）的200倍，20 ℃时达到1 300多倍。汞蒸气比空气重6倍，容易吸附在墙壁、桌面、工具、衣服上，成为二次污染源。汞表面张力大，溅洒在地面或桌面后，立即形成很多小汞珠，增大了蒸发表面积。金属汞不溶于水，但溶于硝酸、类脂质，可与金属生成汞齐，与卤素生成卤化汞，与硫生成难溶的硫化汞。

接触汞的作业：汞矿开采、冶炼与成品加工；仪表制造、维修或使用，如温度计、气压表等；电气材料制造和维修，如整流器、石英灯、荧光灯、X射线球管等；化工氯碱生产，化工生产中汞催化剂；用汞齐法提取金、银；用金汞齐镀金和镏金；雷汞作起爆剂；原子能工业中，汞可作为钚反应堆的冷却剂等。

汞及其化合物都具毒性，一般可溶性汞毒性更大。在生产过程中汞以蒸气形式、汞化合物以粉尘形式经呼吸道进入人体，可引起急性和慢性中毒，职业性汞中毒绝大部分是慢性中毒。急性汞中毒主要是由汞蒸气大量逸散的意外事故造成的。急性中毒起病急，主要表现为口有金属味、口腔炎、发热、呕吐、腹泻、腹痛、牙齿松动等症状，严重的患者可发生休克、昏迷而危及生命。慢性中毒主要表现为“易兴奋症”、汞毒性震颤和口腔炎。“易兴奋症”表现为精神情绪障碍，如胆怯、急躁易怒、易激动、思想紊乱、抑郁等，汞毒性震颤在早期以手指细震颤最为典型，严重时震颤波及全身，动作机能失调，表现为口吃、言语困难、吞咽困难、手臂和腿协作困难，甚至完全不能协调动作；口腔炎症为口内有金属味、流涎、咀嚼时牙痛、齿龈肿胀出血、口腔黏膜溃烂等。

汞中毒防治措施：

1. 技术措施

（1）用无汞或低汞产品代替高汞产品，从根本上消除或减小汞的污染。例如，用热电阻温度计、热电偶温度计代替水银温度计。

（2）改进工艺，提高生产的机械化和自动化水平。如研究湿法炼汞技术替代火法炼汞工艺可以减小汞的危害；又如温度计生产实现机械化和自动化，取消手工生产方式等。

（3）汞作业车间厂房应满足以下要求：

1）汞作业车间应设置在厂区常年主导风向的下风侧，并与生活区分开。厂房应高于4 m。

2）汞作业车间应采用现浇楼板修建，不得采用预制楼板，防止接缝处渗漏进汞。室内墙壁、顶棚、地面等内部结构应光滑，采用不吸附汞的材料，表面还应涂环氧树脂和过氯乙烯保护层，以便清洗。

3）汞作业室内地面应由中央向两边倾斜1%～1.5%的坡度，并在墙两侧设置明沟及废水管道和集汞槽，废水应纳入含汞废水处理系统。

4）室内温度应控制在18 ℃以下，充分利用自然通风，局部通风结合排毒一起考虑。

（4）合理设置工艺布局，尽量缩小带汞作业面，尽量减少交叉污染。

（5）加强汞作业室的通风排毒设施。加强系统的密封，保证负压操作。

（6）经常采取有效措施，消除生产过程中产生的流散汞和吸附汞所造成的二次污染。对大颗粒的流散汞可用洗耳球等工具将之收集起来，而微小的汞珠可用20%三氯化铁或10%漂白粉溶液覆盖在小汞珠上。吸附汞可用碘熏法或紫外线照射法处理。

（7）含汞废气必须净化达到国家容许的排放标准

后方可排放。如炼汞尾气用硫酸汞净化法净化，工业生产实践效果较好。其他汞作业废气还有用旋流板塔高锰酸钾溶液吸收净化法等。

(8)含汞废水必须净化达到国家容许的废水排放标准后方可排放。采用铜铁屑内电解法处理含汞废水较为经济可靠，管理简便。

(9)含汞废渣必须做残汞量测试，汞含量应控制在1 mg/kg。

2. 组织管理

(1)建立健全各项防止汞危害的规章制度。

(2)教育职工自觉执行防汞操作和规章制度。车间内严禁吸烟、进食，下班洗澡、更衣，劳保用品不得带出车间。

(3)定期检测汞作业环境空气中汞的含量。发现超过卫生标准，及时采取防毒措施。

(4)定期对汞作业工人进行体检，争取早发现早治疗。建立工人健康档案。

(5)患有汞作业禁忌证（如口腔疾病、肝肾疾病等）者不宜从事汞作业；长期从事汞作业，自然排汞能力减弱者，应调离原工种。

(6)加强对女工的劳动保护工作。

benzhongdu fangzhi

【苯中毒防治】 苯为致癌物，按职业性接触毒物危害程度分级，苯属于一级毒物，即极度危害毒物。苯为无色透明液体，非极性，易挥发，有芳香气味。密度为0.879 g/cm^3，沸点为80.1 ℃，难溶于水，易溶于乙醇、乙醚、丙酮等有机溶剂，苯极易燃烧，苯蒸气与空气可形成爆炸混合物，其爆炸极限为1.5% ~8%（体积比）。

接触苯的作业：石油裂解或煤焦油分馏生产苯及其同系物甲苯、二甲苯的岗位；以苯为化工原料生产酚、氯苯、硝基苯、香料、药物、农药、合成纤维（绵纶等）、合成橡胶（丁苯橡胶）、合成塑料（聚苯乙烯）、合成染料（苯胺类）等的相关岗位；苯用作溶剂和稀释剂，如制药工业中用于生药的浸渍、提取、重结晶，橡胶加工，有机合成及印刷工业中作溶剂，喷涂行业中用苯作稀释剂等相应的工种岗位。

苯是一种常见的工业毒物。在生产过程中主要通过呼吸道吸入和皮肤吸收侵入人体，可分布在血液、脊髓、骨髓、脑、肝、脂肪等组织中。短时间大量吸入高浓度的苯蒸气，可致急性中毒，主要表现为麻醉作用，过程与醉酒相似。中毒较轻时有黏膜刺激症状，头晕、头痛、恶心、呕吐、步态蹒跚等。重度中毒时可发生昏迷抽搐、呼吸心跳不规则，血压下降，肺水肿，继而呼吸、心跳停止。

长期吸入较低浓度的苯，可致慢性中毒。轻度中毒主要表现是神经衰弱症候群和周围血液细胞减少。大部分患者有头痛、头昏、健忘、睡眠异常、无力等，可伴有出血症状。白细胞计数每立方毫米低于4 000，可有血小板、红细胞及血红蛋白的减少。重度中毒主要表现为再生障碍性贫血，也可发生白血病。

苯中毒防治措施：

1. 技术措施

(1)以无毒或低毒物代替苯。使用苯作溶剂或稀释剂的行业，在不影响产品质量的前提下，应尽可能用无毒或低毒物质代替苯。如制鞋行业研究和使用混合溶剂胶、无苯系物胶、水基胶和热熔胶，代替苯和甲苯为溶剂的氯丁胶黏剂；制药工业中用酒精代替苯作提取剂；喷漆作业中用无苯稀料等，这些是杜绝苯中毒的根本措施。

(2)改革工艺是控制苯危害的关键措施。例如，喷涂作业采用高压无气喷涂、静电喷涂、电泳涂漆等方法，既可保证涂件质量，又可减少涂料损失、减少稀释剂用量。又如，制鞋行业有的厂在绷楦工序上使用热熔胶机械钳帮工艺，减轻了作业环境中苯的浓度。为推广水基型氯丁胶乳胶黏剂，在粘帮、绷楦工艺上也进行了改革。

(3)有苯作业应尽量采取密闭生产，并合理设计排风系统。

(4)加强排毒净化措施，使作业环境空气中苯、甲苯、二甲苯达到作业场所空气中最高容许浓度要求，同时净化后的气体也必须达到大气排放标准。

苯为非极性有机化合物，易溶于有机溶剂、易燃，因此在含苯类空气净化时，可选用以下净化方法：

1)吸附净化　用活性炭吸附法处理三苯废气是行之有效的方式，特别是常温、低浓度、非连续生产的情况下更适用。活性炭吸附装置有固定床、流动床、蜂轮浓缩装置等，其运行的技术经济合理性与废气浓度有很大关系。

2)燃烧净化　适合含高浓度的有机废气净化。热力燃烧方式关键在于采用高效热交换器进行热量回收。催化燃烧起燃温度低（通常200 ~400 ℃），比热力燃烧节省能源，催化燃烧的关键技术是催化剂床层的设定及采用防止催化剂中毒的处理措施。为扩大燃烧法的应用，可将吸附和催化燃烧组合使用，如对大风量、低浓度的有机废气经碳纤维蜂轮吸附浓缩后再进行催化燃烧净化。

3)液体吸收净化　寻求吸收效率高、化学稳定性好、沸点高、易分馏、货源广、价格低、可以较长时间使用的吸收剂是吸收法的关键，其吸收塔的选型、设计也是提高净化效率的重要环节。

2. 组织管理

(1)企业应制定苯作业防毒措施计划，并纳入企业生产发展规划，尤其是乡镇企业领导更应重视苯作

业危害。

(2)建立健全苯作业规程及有关防止苯中毒的各项规章制度。教育工人自觉保护自身安全与健康。

(3)加强工艺设备的维护和检修,杜绝跑、冒、滴、漏;加强排毒净化装置的维护和检修,使设备处于正常状态。

(4)定期检测作业环境空气中苯浓度及净化装置的净化效率,以保证作业环境空气中苯浓度不超过卫生标准,同时排放合格。

(5)定期组织工人体检、建立健康档案,发现中毒症状及时治疗。

(6)配备必要的劳保用具。

shen jiqi huahewu zhongdu fangzhi

【砷及其化合物中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级,砷及其化合物属于一级毒物,即极度危害毒物。砷为银灰色,质脆类似金属的物质(准金属),密度为5.73 g/cm^3(14 ℃),熔点为814 ℃,613 ℃升华。在潮湿空气中易氧化。不溶于水,溶于硝酸和王水。

接触砷及其化合物的作业:冶炼和焙烧各种夹杂砷化物矿石的作业;接触砷蒸气及三氧化二砷或砷化氢;生产和使用含砷农药的作业,如砷酸铅、砷酸钙、三氧化二砷(砒霜)、甲基胂酸锌等;生产和使用含砷颜料(如雄黄、雌黄、巴黎绿等)的作业;制药、无线电、玻璃、毛皮工业中使用砷化物的作业;接触砷化氢的作业,如有氢和砷同时存在时可产生砷化氢的作业;酸处理含砷金属制品、金属电解、蓄电池充电、检修冶炼炉等作业。

砷的氧化物和盐类绝大部分属高毒,砷化氢属于剧毒物。主要经呼吸道和皮肤进入人体,其中约95%的砷立即与血红蛋白结合,迅速分布到全身组织,主要靶器官是上皮组织和神经系统。生产过程发生急性中毒很少,一般误服砷化物可发生急性中毒,表现为恶心、呕吐、腹痛、头痛、头晕、咽部红肿、咳嗽、呼吸困难、痉挛,甚至昏迷死亡。

砷化氢主要为急性中毒。一般经数小时至2个月的潜伏期,即开始出现溶血等症状和体征。轻度中毒有头痛、头晕、全身无力、尿呈深褐色;中度中毒呈腰部疼痛、尿呈酱油色、中度黄疸和贫血等;重度中毒出现寒战、高热、昏迷、肾衰、尿少或尿闭、皮肤为古铜色,甚至可因急性心衰或尿毒死亡。

长期接触低浓度的砷化物粉尘和气体,可发生慢性中毒,神经衰弱综合征、多发性神经炎、胃肠道症状、肝脏损害、皮肤黏膜病变,如角化、疣状增生、色素沉着等。

砷及其化合物中毒防治措施:存在砷危害的作业很多,但有色金属更为普遍。在铜、铝、锌、锑、锡、钼、钴等有色金属冶炼过程中,砷污染对作业人员健康危害最突出。现以砷冶炼为例加以介绍防治砷中毒措施。

1. 技术措施

(1)改革工艺。砷冶炼分为火法和湿法两种。火法工艺流程短、生产成本低、工艺可靠,但劳动条件差;湿法劳动卫生条件好、产品质量好,但目前处在半工业试验规模、未实现连续化生产。

(2)生产设备密闭化。砷冶炼是剧毒高砷物料的处理过程、生产设备密闭化是改善作业环境的重要措施,应包括生产运输、冶炼设备、工艺收尘设备及物料贮存设备的密闭。短距离运输宜采用真空输送,远距离宜采用密闭罐车运输;工艺收尘采用沉降冷凝室、脉冲布袋和水浴洗涤组合较好;物料库房应便于物料的进出、密闭良好、具有安全措施。

(3)加强通风除尘。要求设备密闭在负压下运行,建立以局部通风为主、全面通风为辅的通风除尘系统。局部通风必须保持控制伞形罩吸风速度为1.0~2.5 m/s,密闭罩缝隙风速为2~3 m/s。除尘系统必须有净化设备,管道风速控制在10~14 m/s。净化后的排放应满足环保要求。

(4)应努力实现全自动化与隔离操作,如自动分析、自动操作、自动调节等。

(5)控制二次污染。从设计入手,各工序紧密衔接,减少物料落地、物料合理存放,地面应采用吸尘车清扫。

2. 组织管理

(1)制定安全生产规程、岗位操作规程、卫生保健制度、检查制度、砷产品运输及保存等制度。

(2)加强劳动安全卫生教育,使职工自觉养成良好卫生习惯,进食前漱口、洗手、洗脸,下班洗澡,更换清洁衣服、鞋、袜。

(3)加强个体防护。选用专用防毒口罩、紧口工作服等。

(4)定期体检、建档,发现中毒,及时治疗。

(5)有砷职业禁忌证者不应从事砷作业。

luyixi zhongdu fangzhi

【氯乙烯中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级属一级危害毒物,即极度危害毒物。

氯乙烯在常温下为无色气体,熔点为-16 ℃,沸点为-13.9 ℃,自燃点为472.2 ℃。易燃、易爆,爆炸极限为4%~22%。气态密度为2.2 g/cm^3。液态密度为0.91 g/cm^3。蒸气有乙醚样气味,微溶于水,溶于乙醇,易溶于乙醚及四氯化碳。

接触氯乙烯的作业:氯乙烯主要作为制造聚氯乙烯的单体,可与丙烯腈等制成共聚物,以纺合成纤维;制造聚氯乙烯塑料;作冷冻剂;作为中间体及溶剂。生

产工人在离心、干燥、清洗或抢修聚合釜时，接触氯乙烯单体最多。

氯乙烯的工业卫生容许浓度为30 mg/m^3。职业性急性中毒是由于短时间吸入高浓度氯乙烯引起的以中枢神经系统机能障碍为主的全身性疾病。主要发生人群为聚合釜清釜工。轻度中毒时，发生眩晕、头痛、步态蹒跚等。严重中毒时，神志不清或呈昏睡状，甚至造成死亡。皮肤接触氯乙烯液体，易引起局部麻木、红斑、浮肿以至局部坏死。眼睛接触呈明显刺激症状。职业性慢性中毒为长期接触氯乙烯引起的“氯乙烯病”或氯乙烯综合征。表现为神经衰弱综合征、四肢末端麻木、感觉消退。

防治氯乙烯中毒措施：

1. 氯乙烯生产车间要加强设备维护保养，做好设备及管道的密闭，防止外露。

2. 在生产的不同阶段尽量减小剩余单体浓度。

3. 聚合釜清釜时，应先进行釜内通风换气，用高压水冲洗，工人应戴送氧式面具入釜操作，并轮班间歇操作。

4. 在釜内壁涂“阻聚剂”，以减少清釜次数。

5. 做好防火防爆工作。

6. 若发生泄漏，人员要撤至上风向，处理人员戴自给式呼吸器。及时切断气源、火源，合理通风。

7. 工作场地严禁吸烟，工人休息处应有通风设施，并与工作区隔离。

8. 进行就业前体检和定期体检。

凡患有神经疾患、肝、肾脏病、漫性湿疹等，不宜从事接触氯乙烯的工作。

luosuanyan ji zhongluosuanyan zhongdu fangzhi

【铬酸盐及重铬酸盐中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级属一级危害毒物，即极度危害毒物。

铬(Cr)为银色有光泽的金属，硬度高，有延展性，密度为7.2 g/cm^3，熔点为190 5 ℃，沸点约为2 200 ℃。

铬中毒是由铬的化合物引起的。铬在化合物或盐类中，常以二价、三价和六价的形式存在。其中六价的铬盐或化合物，如铬酸钾、铬酸钠、重铬酸钾或重铬酸钠以及铬酸毒性最大。三价铬的毒性小于六价铬，而二价铬的毒性最低。

接触铬的作业：铬和铬酸的精炼过程；铬电镀；铬色素制造过程；医药工业；鞣革工业；火柴、电池制造及工业制造铬酸盐、重铬酸盐过程。

工业卫生容许浓度(换算成CrO_3)为0.05 mg/m^3。生产中铬以溶液、粉尘或蒸气的形式通过呼吸道、消化道和皮肤对人体造成危害。接触铬酸雾后，立即感到鼻子有烧灼感，出现鼻塞、打喷嚏、流鼻涕等急性鼻炎的表现。检查时可见到鼻粘膜发红、肿胀、分泌物增多等。长期吸入六价铬化合物的粉尘或铬酸雾，表现为从鼻中隔充血或糜烂到溃疡，以致穿孔，这一过程一般经过几个月至几年。在病变过程中常有鼻堵、鼻涕多、鼻涕中带血或流鼻血，嗅觉不灵敏，或有些头痛、头晕等，无其他特殊感觉。

皮肤接触铬化合物，能引起皮炎，多半发生在手背、腕、前臂等外露部位，也可发生在面部、颈部或前胸等外露部位。皮炎为片状红斑，微有水肿，严重的可有小米粒大小的疹子或水疱，皮炎部位瘙痒。如果皮肤发生外伤，接触铬化合物会发生铬溃疡，溃疡周围隆起。

长期接触铬酸盐的粉尘或铬酸雾，除上述皮肤、黏膜损伤外，还可出现头痛、消化不良、贫血以及肾脏的损害，有的可发生支气管哮喘。重者可损伤肺部造成病变。

铬酸盐及重铬酸盐中毒防治措施：

1. 电镀时应在电镀槽上方一侧或两侧安装有效的抽风设备，并在电镀槽液面上用酸雾抑制剂。操作人员穿防护用工作服、戴防护手套及穿橡皮靴。

2. 对铬酸盐灰尘，应采取综合措施进行处理，使其浓度降到容许浓度以下。凡有可能之处，均应采用湿法或真空清扫。

3. 溢出的液体或固体必须立即清除，以防分散成为悬浮在空气中的粉尘。

4. 上班前最好涂擦凡士林软膏，手上如有小伤口，要用胶布、棉花包扎好，防止铬盐的浸入。下班后用5%硫代硫酸钠溶液或10%亚硫酸氢钠溶液洗手。

5. 工作后洗漱鼻咽部。

凡有呼吸系统疾病，严重皮肤病患者，都不宜做接触铬化合物的工作。

pizhongdu fangzhi

【铍中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级，铍及其化合物属于一级毒物，即极度危害的毒物。铍为银灰色稀有金属，密度为1.85 g/cm^3，熔点为1 278 ℃，沸点为2 970 ℃。铍具有质轻、坚硬、耐高温、耐腐蚀、加工时不发生火花，不受磁力影响等特性。铍难溶于水、可溶于硫酸、盐酸和硝酸，遇碱生成盐类。

接触铍及其化合物的作业为生产和使用铍及其化合物的作业。例如，用硫酸和绿柱石生产氧化铍，用镁热还原氟化铍生产金属铍；铍用于X射线管、核技术领域、宇航仪表及光学领域；铍合金如铍铜、铍铝合金可用于制造精密电子仪表零件；氧化铍用于制造耐高温陶瓷、坩埚。常接触的铍化合物有氧化铍、氢氧化铍、氟化铍、氯化铍、硫酸铍等。

铍及其化合物毒性与其溶解度有关，溶解度大毒性亦大，毒性最大的是氟化铍和硫酸铍。毒性还与形

成气溶胶黏度大小有关，黏度愈小，毒性愈大。铍及其化合物主要通过呼吸道侵入人体，消化道几乎不吸收铍。可溶解铍主要贮存于骨骼，不溶性铍化物主要滞留在呼吸道和肺部。短时间内吸入大量可溶性铍化物，经几小时潜伏，即可引起急性中毒。慢性中毒主要是吸入氧化铍等难溶铍化物，潜伏期长达十几年至几十年。铍还可由母体经胎盘进入子体。

铍及其化合物中毒防治措施：

1. 加强工艺研究和技术改造。例如，用有机溶剂萃取和氟化物法代替硫酸法生产氧化铍；在铍铜母合金冶炼中选用适当技术，将粉末状原料变成块状或半干状原料；用自动化程度高的压滤机代替手工操作的板框式压滤机生产氧化铍；铍铜母合金配料用机械化代替手工作业、电弧炉熔炼加料自动化、主料和金属液料运输利用天车作业等。

2. 增加密闭、隔离措施。例如，氧化铍隧道窑与其他工序隔离，氧化铍包装工序的局部密闭，铍铜母合金铸锭的局部密闭与隔离操作，铍玻璃生产的电弧炉的隔离操作等。

3. 提高通风净化及回收效率。应根据铍及其化合物特性选择净化效率高的设备，并对有价值的铍化合物进行回收，既节省原料又可提高净化设施的经济效益。

4. 加强个体防护，提高防护效率。例如，氧化铍包装工人现用一般防尘口罩防护，达不到防护要求，建议改用过滤式防毒口罩或防毒面具。

5. 加强防毒工程技术管理。如检查、监督执行安全卫生操作规程，通风净化设备的完好状况，控制二次扬尘污染，对操作工人定期进行安全卫生教育等。

duiliulin zhongdu fangzhi

【对硫磷中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级，对硫磷属于一级毒物，即极度危害的毒物。纯品对硫磷为无色无臭液体、沸点为157～162 ℃，相对密度为1.26。工业品为淡黄至深棕色油状液体，具备大蒜臭。难溶于水，能溶于动植物油、苯、丙酮、氯仿、乙醇等。在中性或酸性溶液中稳定，在碱性溶液中易分解，分解速度随碱性增加而加速。

对硫磷是杀虫剂的主要代表，对多种害虫有优越的杀毒作用，对人、畜毒性亦很强，属于剧毒物。如果在磷酸酯上以甲基代替乙基，即甲基对硫磷，可大大降低对高等动物的毒性，其毒性仅为对硫磷的1/3。

接触对硫磷的作业有：生产对硫磷的有关工序（最主要的是过滤工序和包装工序及检修过程）；对硫磷的运输、供销、保管过程；施用农药的过程（尤其是配药、喷药、检修施药工具时）。

对硫磷是一种神经性毒剂，毒性很大，主要通过呼吸及皮肤侵入。一次性接触较大量的对硫磷可引起急性中毒，其症状为：头昏、肌肉抽畜、甚至麻痹而死亡。经常接触少量对硫磷可引起慢性中毒，使体内胆碱酯酶活力下降，严重者引起头昏等外部症状，但长期接触对硫磷会逐渐适应，不表现外部症状，故要加强体检。

对硫磷中毒防治措施：

1. 技术措施

(1)生产设备密闭化、机械化及厂房半敞开式。对硫磷生产的原料、中间体及产品，除个别原料（硝基酚钠）外都是液体，为连续密闭生产提供了有利条件。厂房应采用半敞开式，至少一面敞开，以便充分利用自然通风。

(2)设置隔离操作室。隔离操作室与生产设备隔绝，可大大减少操作人员接触毒物的机会。隔离操作投资少，是适合我国国情的一项有效措施。

(3)包装车间应安装半自动化包装流水线。目前国内仍有不少厂包装车间是手工操作。应首先改装包装车间，实行半自动化包装流水线（即自动计量和灌装）；其次加强通风，密闭室的风速应大于1 m/s，可使包装车间劳动卫生条件大大改善。

(4)保持设备完好率和降低泄漏率。这是在设备先进性受限的情况下，一项很有实际意义的措施。

(5)在储运、销售过程中应按 GB12475—90《农药贮运、销售和使用的防毒规程》的要求执行。

2. 管理措施

(1)建立健全各项规章制度，明确各级领导在劳动安全卫生方面的职责。制度要具体，可操作性要强。例如，对需要回收和处理盛过对硫磷的容器，须先用强碱清洗后方可运走。

(2)配备个体防护用品。如工作服、塑料围裙、胶靴、胶手套、护目镜、防毒口罩等，接触对硫磷的人员身体不应有裸露部分，以防皮肤、眼睛和黏膜吸收。任何防护用品都不得带离生产区，工作服不应带回家清洗。

(3)加强劳动安全卫生教育。

1)掌握正确操作技术；

2)掌握对硫磷的性质、对人体危害、中毒症状、中毒急救措施；

3)提高工人自身保护能力，养成良好的卫生习惯，如在指定地点更换工作服和存放个人清洁衣物、生产区不进食不吸烟、中途离开生产区（去进餐、饮水等）须用碱性肥皂洗手和脸、下班后应用碱性肥皂洗澡、工作服不带回家等。

(4)定期进行体检，建立职工健康档案。每次体检须测血液胆碱酯酶活性，该值低于70%的人应调离对硫磷生产岗位。

3. 喷洒农药注意事项

使用对硫磷应遵守 GB12475—90 的规定。

(1)盛过对硫磷的容器应用强碱液洗涤(包括要弃之的容瓶)。

(2)应在通风处配药或检修施药工具。

(3)喷药应在上风侧。

(4)喷药用的衣服和手应该用碱性肥皂清洗。

(5)作业期间不得进食、饮水、吸烟。

mengzhongdu fangzhi

【锰中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级属一级危害毒物,即极度危害毒物。锰(Mn)是呈微红色、灰色或银白色、脆性的金属元素。锰的相对密度为7.2,熔点为1 260 ℃,沸点为1 900 ℃。锰活泼,易与稀酸反应。二价盐类和二氧化锰最稳定。高温时,锰蒸气在空气中能迅速氧化成一氧化锰和四氧化三锰烟尘。

接触锰的作业:锰矿开采、运输和加工中接触锰尘;用锰焊条电焊时可发生锰烟尘;制成多种锰铁以及锰铜、铝锰、锰钛基合金的过程等;锰化合物用于制造干电池、焊料、氧化剂和催化剂等;在油漆、火柴、鞣皮、化肥、防腐剂、染料、陶瓷或玻璃的色料以及纺织物漂白工业中,均能接触锰及其化合物。高锰酸钾用于强氧化剂和消毒剂等。锰对人体的毒作用主要表现在神经精神系统方面。工业卫生容许浓度(换算成 MnO_2)为0.2 mg/m^3。锰为机体必须的微量元素,估计成人每月摄取量为2~3 mg。锰化合物的毒性各有不同,低价锰化合物毒性大于高价锰化合物毒性,如 Mn^{2+} 的毒性比 Mn^{+3} 的毒性大2.5~3倍;溶解度较大的二氯化锰毒性大于溶解度小的氧化锰的毒性。生产中主要以锰烟及锰尘的形式经呼吸道吸收而引起中毒,一般锰烟的毒性大于锰尘。除有机锰可经皮肤吸收外,其他锰化合物基本不经皮肤吸收。

急性中毒:吸入高浓度氯化锰、高锰酸钾、硼酸锰尘后可出现呼吸道黏膜刺激症状(咳嗽及呼吸困难等);吸入大量新生的氧化锰尘后数小时内可发生"金属烟热";口服高锰酸钾浓溶液或结晶可致消化道灼伤;皮肤接触高浓度高锰酸钾可引起灼伤。

慢性中毒:工业生产中以慢性中毒为主要类型,一般发病工龄为5~10年,多由于吸入较高浓度锰烟、锰尘所致。轻度中毒发病时,多表现为嗜睡,以后出现失眠、头痛、乏力、记忆力减退等。中度中毒,除以上表现外,还可出现轻度震颤,举止缓慢,易跌倒,口吃。重度中毒,动作缓慢笨拙,语言含糊不清,走路时身体前冲,不自主哭笑,记忆力显著减退,智能下降。

慢性锰中毒在脱离接触锰作业后,如未经积极治疗,病情仍会继续发展。妊娠、产后、更年期和精神刺激等因素均可使症状加重。

锰中毒的防治措施:

1. 加强通风除尘,避免二次扬尘。

2. 采用湿法开矿,湿法或密闭粉碎。

3. 锰铁冶炼,尽可能采用机械化作业。

4. 焊接作业尽量采用无锰焊条,或采取自动电焊。手工电焊时要采用抽风排气装置。

5. 工作时可戴上由过氯乙烯超纤维做成的防尘口罩。

6. 定期体检,6~24个月进行一次。

7. 工作现场严禁吸烟、进食和饮水。工作后淋浴更衣。

凡是有神经系统、肝、肾、内分泌、呼吸系统疾病者,均不宜从事锰作业。

qinghuawu zhongdu fangzhi

【氰化物中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级属一级危害毒物,即极度危害毒物。

氰化氢(HCN)为无色气体或液体,有苦杏仁味,相对密度为0.69,熔点为-14 ℃,沸点为26 ℃,自燃点为538 ℃,爆炸极限为5.6%~40%。易上升扩散,可均匀地弥散在空气中。易溶于水、乙醇和乙醚,其水溶液为氢氰酸。遇热、明火或氧化剂易着火。温度达到50~60 ℃可在痕量碱的催化下引起聚合。与乙醛能发生激烈的化学反应,与水、水蒸气、酸雾接触反应产生高毒氰化物烟。氰化氢是合成氰化物的主要原料,也是很多氰化物化学合成中的副产品。此外,煤气、煤焦炉气、高炉气及高炉气水洗液中也常含有很少量的氰化氢。

氰化钠(NaCN)为白色易潮解的结晶状粉末,熔点为563.7 ℃,沸点为1 496 ℃。易溶于水,微溶于乙醇。空气中的二氧化碳因有足够的酸性,会使其溶液释放出氰化氢。遇热、湿气、酸引起反应而易着火。在450 ℃时可与亚硝酸盐或氯酸盐融熔并引起爆炸。

氰化钾(KCN)为白色易潮解的结晶体,有微弱的苦杏仁味,溶于水、甘油,微溶于乙醇。遇到空气中的二氧化碳、湿气会渐渐分解。加热分解会放出剧毒的氰离子和氮氧化物烟气。

接触氰化物的作业:电镀、金属表面渗碳以及摄影;从矿石中提炼贵重金属;化学工业中制造氰化物、草酸、活性染料;制造塑料、高级油漆、有机玻璃、人造羊毛、合成橡胶等。

氰化物是剧毒物质,工业卫生容许浓度为(换算成HCN):0.3 mg/m^3。口服50~100 mg氰化钠或氰化钾,或吸入高浓度氰化氢(300 mg/m^3 以上),可于1~6 s内不出现任何症状而立即昏倒,2~3 min内呼吸停止,像触电一样迅速死亡。氰化钠与氰化钾遇酸迅速生成氰化氢气体弥散在空气中,经呼吸道吸入,这是生产中引起中毒事故的主要原因,正常工业生产中发生"电击样"死亡的事故不太常见。氰氢酸液体可直接经皮肤吸收。有机氰化物除由呼吸道侵入外,经皮

肤吸收也很重要。当外界气温高或伴有体力劳动时，可促进吸收。

氰化物的急性中毒大部分是由事故或误服造成的。如果不是很快死亡，中毒过程根据症状可分为四期：前驱期，呼吸困难期，痉挛期，麻痹期。表现为眼及呼吸道刺激、恶心、心慌、神志模糊、痉挛、感觉消失直至死亡。轻度的急性中毒会出现：乏力、头晕、轻度黏膜刺激症状。

慢性中毒：有人认为氰化物在体内代谢快，不易蓄积，所谓慢性中毒是反复急性中毒的结果。另一种意见，长期接触一定浓度氰化物，表现为神经衰弱综合征和运动肌肉酸痛及心跳徐缓、肝脾肿大，近年来还发现可使甲状腺功能低下。

氰化氢及金属氰化物、氰气（CN）和它的卤素衍生物以及某些腈类（如乙醇腈），析出氰离子速度很快，属于高毒类，而一些氰基的配合物及某些腈类，不容易析出氰离子，属于低毒类。

防治氰化物中毒措施：

1. 改革工艺，以无毒代有毒。如采用无氰电镀；钢件表面渗碳和碳酸氢钠、碳酸钡和氯化钡代替氰化物。

2. 加强密闭通风。生产氰化氢气体的工序，如热处理和电镀等设备，应严加密闭，设置局部排风、槽边排风，防止有毒气体外逸。必要时应设事故通风。

3. 防止氰化物遇热与酸接触，车间应设置自动报警仪。

4. 含氰化物的废水，经处理后排放。下水道必须与酸液废水分开。

5. 严格遵守安全操作规程。氰化物的保管、使用和运输应有专人负责，容器应有明显标记、加盖。建立严格的专用制度。

6. 生产车间须设有急性中毒急救箱，操作人员人人会现场抢救，每天定人负责值班。

7. 生产车间内禁止吸烟、饮水、进食，饭前洗手，工作完毕后洗澡、换衣。被毒物污染的衣服要单独存放。

8. 就业前及定期进行体检。

患肾脏、呼吸道、皮肤、甲状腺等慢性疾病和精神抑郁及嗅觉不灵者，不宜从事此项工作。

sanxiaojijiaben zhongdu fangzhi

【三硝基甲苯中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级，三硝基甲苯属二级毒物。三硝基甲苯有六种同分异构体，通常指2,4,6—三硝基甲苯，简称TNT。常温下为淡黄色单斜形晶体，相对密度为1.65，熔点为82 ℃，沸点为240 ℃。常温下不易挥发，突然受热易爆炸。不溶于水，溶于乙醚，易溶于丙酮、苯等有机溶剂。

接触三硝基甲苯的作业：生产TNT炸药或硝铵炸药的粉碎、筛分、配料、装填、包装、运输过程；用TNT炸药采矿、隧道开凿、煤矿开采、开山筑路、农田水利等作业，均可接触三硝基甲苯的粉尘和蒸气。

三硝基甲苯可经皮肤、呼吸道、消化道进入人体。在生产条件下主要经皮肤和呼吸道吸收，对眼晶体、肝脏、血液和神经系统造成损害，主要呈现为慢性中毒，急性中毒少见。短时间内大量的三硝基甲苯进入人体即可发生急性中毒。轻度急性中毒表现为头晕、无力、口苦、恶心、呕吐、食欲不振、上腹及右肋部痛，以及鼻尖、口唇等轻度紫绀。重度中毒除上述症状加重外，尚有神志不清、呼吸表浅、频速，偶有惊厥，瞳孔散大等症状。在经常超过国家容许浓度的生产环境下作业，可引起慢性中毒，眼部主要表现为晶体混浊，可发展成中毒性白内障；消化道症状为口苦、口干、恶心、呕吐、食欲不振、腹胀、肝区痛、肝大；血液系统可见低血色素性贫血，个别严重的可发展成障碍性贫血、全血细胞减少及骨髓增生不良；低血压；长期接触该毒物者可有“三硝基甲苯面容”，即面色苍白，口唇、耳呈青紫色；皮肤裸露部分有皮炎。

三硝基甲苯中毒防治措施的关键是采取措施降低粉尘和蒸气浓度，达到车间空气卫生标准。

1. 技术措施

（1）改革工艺。尽量实行密闭化、自动化生产，必要的地方采用机械手操作，使三硝基甲苯不弥散到环境空气中。

（2）加强通风排毒，如出料口、加料口、操作台等处，设置局部排风。

（3）在爆破现场，作业人员应在爆破点的上风向，待爆破烟尘沉降后再开始工作。

2. 组织管理

（1）领导必须将防毒工作列入议事日程，加强“三同时”工作的落实。

（2）制定有关的操作规程，保证安全和防止意外事故的发生，尤其要在设备、通风管道维修时，做好个人防护及防止爆炸起火等。

（3）教育职工自觉遵守卫生制度，不在车间饮水和进食。下班前要彻底用含10%亚硫酸钾肥皂洗手或淋浴，当红色退去，表示皮肤污染清除。

（4）加强个体防护。工人工作时要穿紧袖口工作服、长筒胶鞋，戴胶皮手套及防尘毒口罩，在釜内检修时应戴防毒面具。

（5）定期体检，建立职工体检档案。有三硝基甲苯禁忌证者不应从事接触该工作。

qianzhongdu fangzhi

【铅中毒防治】 在职业性接触毒物危害程度分级中，铅属于二级毒物（高度危害）。铅为蓝灰色金

属，质软，不溶于水和稀硫酸，溶于硝酸、醋酸、碱液，密度为11.3 g/m³，熔点为327 ℃，沸点为1 525 ℃。加热至400～500 ℃时有大量铅蒸气逸出，在空气中迅速氧化成氧化亚铅、氧化铅等，并凝聚成铅烟尘。

铅的用途很广。工业上所用的铅40%为金属铅，35%为铅化合物，25%为铅合金。接触铅的工业及工种：铅矿开采、冶炼、熔铅，锉成型模；化工机械工业中制造铅丝、铅箔、铅管及铅槽的使用；造船工业中熔割、刮铲、电焊、铆钉作业；电缆制造；电视机、无线电、灯泡、罐头等的焊锡均接触铅烟、铅尘或蒸气。接触铅化合物的工业及工种：蓄电池、玻璃、陶瓷、景泰蓝、铅丹、铅白、油漆、颜料、釉料、防锈剂、橡胶硫化促进剂等均用到铅的氧化物；铅的其他化合物如醋酸铅用于制药、化学工业，铬酸铅用于油漆、颜料及搪瓷工业，硫化铅、铅白用于油漆、橡胶工业，碱式亚磷酸铅、碱式硫酸铅用于塑料稳定剂，氯化铅、碘化铅用于颜料工业，硅酸铅用于玻璃、陶瓷工业，砷酸铅用于杀虫剂、除草剂。以上多在配料、拌粉、揩粉及配制釉料等工种接触铅尘。

铅及其化合物主要通过呼吸道，其次是消化道进入人体。工业生产中急性铅中毒少见，基本上呈慢性中毒，慢性铅中毒在我国慢性职业中毒中居首位。铅是全身性毒物，中毒者早期常感乏力、口内金属味、肌肉关节酸痛等，随后有腹隐痛、神经衰弱综合症，少数患者牙龈边缘有蓝黑色"铅线"。若病情进一步发展，神经系统呈现外周神经炎，严重者可出现铅中毒脑病；消化系统呈现食欲不振、恶心、腹胀、腹泻或便秘、腹绞痛等；血液系统呈现贫血；其他症状如肾脏受损、月经失调等。

铅中毒防治措施的关键在于使车间空气中铅浓度达到卫生标准的要求。对于铅危害严重的行业如铅冶炼、熔铅作业，国家已制定了防尘毒技术规程和国家标准，有关行业必须执行标准中的规定。

防治铅中毒措施主要有以下几方面：

1. 技术措施

(1)用无毒或低毒物代替铅及其化合物，如用锌钡白、钛白代替铅白制造油漆；用铁红代替铅丹制造防锈漆；蓄电池生产用聚乙烯代替铅作电瓶封口等。

(2)改革工艺，减少产铅源，如蓄电池生产改铸球机为切块机；制粉工序正压球磨改为负压操作。

(3)采取有效的防尘毒措施。

1)尽可能密闭尘毒散发源，密闭装置结构应牢固、严密、便于操作和检修；尽可能实现自动化控制，如铅冶炼鼓风炉用双料钟进料装置，配料、称量和进料改为微机控制，返粉加水和测湿实现自动控制；蓄电池生产采用密闭式自动灌粉装置等。

2)加强通风排毒。合理选择排风装置及罩口风速是提高通风排毒效果的关键。例如，熔铅作业工艺必须有排风罩，操作不应为敞开式，罩口风速在0.7～1.3 m/s之间，作业环境中铅烟浓度应达到卫生标准。

3)铅烟、铅尘性质不完全相同，净化装置的选择直接影响净化效率，选择时应从净化效率、设备投资、运行费用等方面综合考虑。对于铅冶炼厂应将工艺收尘(从烟气中回收有价值元素，以提高资源利用率)和通风除尘结合。铅烟尘净化装置包括：袋式除尘装置、湿式除尘、静电除尘、溶液吸收等。吸收液常用醋酸或碱液，其装置有斜孔板吸收塔、旋流板吸收塔、填料塔、自激式吸收塔等。

(4)覆盖熔铅表面、减少铅烟散发量。

(5)控制二次扬尘。铅污染严重与铅的二次扬尘有着密切关系。净化地面积尘可采用真空抽吸或用高压水冲洗地面，注意排放水的净化。

2. 组织措施

(1)根据行业特点，调整生产组织，减少污染源。如蓄电池生产行业，可集中建立铅粉专业厂、合金专业厂，保证产品质量，提高防铅尘毒治理水平。

(2)按文明生产要求，理顺生产流程，合理布局，放置有序，道路畅通，有利于减少二次扬尘。

(3)加强管理，维护通风防尘毒技术措施，使设备处于正常状态。

(4)建立健全铅作业操作规章制度，教育职工自觉遵守制度。

(5)定期检测空气中铅及其化合物的浓度，不断改进防铅中毒措施。

3. 卫生措施

(1)铅作业场所严禁饮食、吸烟。

(2)教育职工养成良好的卫生习惯，吃饭、饮水前必须洗脸、洗手；工作服与洁净衣服分开放置；下班淋浴等。这是防止铅毒经消化道进人人体的唯一有效措施。

(3)定期体检，发现铅中毒及时治疗，适当安排工作。

erliuhuatan zhongdu fangzhi

【二硫化碳中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级属二级危害毒物，即高度危害毒物。二硫化碳为无色透明、易挥发、具有醚样气味的液体，密度为1.26 g/cm³。工业品因含硫化氢、二氧化硫及有机硫，故呈黄色液体，具有坏萝卜气味。沸点为46.3 ℃，闪点为－30 ℃，燃点为100 ℃，极易燃烧，爆炸极限为0.8%～53%。几乎不溶于水，溶于苛性碱和硫化碱，并能与脂肪、乙醇、醚及其他有机溶剂混溶。

接触二硫化碳的作业：二硫化碳生产过程；用二硫化碳制造黏胶纤维和玻璃纸(赛璐珞)的有关作业；用二硫化碳作矿石浮洗剂、油脂的溶剂及化工原料的有

关作业。

二硫化碳是神经毒物，主要表现为中枢和外周神经损害。在正常生产条件下，一般不会发生急性中毒，但意外事故时，短时间内吸入高浓度二硫化碳可引起急性中毒。例如，当吸入质量浓度为1 500 mg/m^{3}的二硫化碳，0.5 h内可致死；浓度更高，呼吸数次即引起知觉丧失。轻度急性中毒有酒醉样，有眩晕、头痛、恶心、步态蹒跚及精神症状，感觉异常、四肢软弱；重度中毒先呈现强烈兴奋状态，后呈现谵妄，丧失意识，痉挛性震颤、瞳孔反应消失、昏迷、呼吸中枢麻痹而死亡。

长期接触二硫化碳的工人，依接触浓度和时间的不同，出现慢性中毒的程度不同。主要症状初期表现为易疲劳、嗜眠、全身乏力、精神忧郁、记忆力减退、噩梦、食欲减退及消化道症状，第二阶段表现为感觉障碍、肌痛、无力，病损从远端开始，逐渐上升，出现手套型、补袜套型感觉障碍，如不及时处理，最后易发展为帕金森氏症。此外，男性性欲减退，女性月经紊乱较为普遍。

二硫化碳中毒防治措施：

1. 技术措施

(1)改革工艺、设备，改善生产环境。例如，用部分氯乙酸代替部分二硫化碳低毒纺丝；用电炉法代替简易反应甑外烧炉法生产二硫化碳；为了防止二硫化碳在输送过程中渗漏，输送管道最好使用双层套管；二硫化碳贮罐必须有"水封"等。

(2)加强通风排毒。在二硫化碳主要逸散点应安装局部排风，同时车间要加强全面通风。风机、管道及排毒罩的材料都要考虑防腐蚀、防燃、防爆的要求。排出的二硫化碳应尽量回收利用。

(3)加强设备及管道的维护、检修，防止跑、冒、滴、漏。在进入盛有二硫化碳的容器、设备、管路等地检修，应按操作规程(如先排除设备内二硫化碳的残气、测定二硫化硫浓度等)在有专人监护、佩戴防护用品的情况下方可进行操作。检修工具应采用防爆工具。

2. 组织管理

(1)建立健全各项安全生产的规章制度、安全操作规程。

(2)教育职工自觉遵守各项制度，培训急救、互救、预防知识。

(3)经常组织技术人员、保全工、工艺员、卫生员，对通风系统、个人防护用品和设备，进行检查和鉴定，以保证各种防护设施经常保持良好的防护性能。

(4)就业体检，凡有中枢神经系统疾病、周围神经炎、视神经及视网膜疾病、癫痫、严重神经官能症、内分泌、肝、肾、血管疾病患者，均不宜从事二硫化碳作业。定期对职工进行体检，建档。

(5)定期检测作业场所空气中二硫化碳浓度及通风设施的风量及风速，保证设备的正常运行。

lüzhongdu fangzhi

【氯中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级属二级危害毒物，即高度危害毒物。

氯(Cl_2)为黄绿色气体，熔点为 -11.2 ℃，沸点为33.7 ℃，密度为2.49 g/cm^3，易液化，成为深黄色液体。易溶于水，形成盐酸和次氯酸。氯是强氧化剂，经光线照射或加热与氢化合而爆炸产生氯化氢，放出大量的热，在强光照射下可与一氧化碳作用生成光气。

接触氯的作业：电解盐水制氯；氯气储运；以氯为原料生产含氯化合物，如盐酸、漂白粉、光气、氯苯、六六六等；在颜料、鞣皮、制药工业中均可接触氯；造纸、印染工业、油脂及兽骨加工中的漂白，水的消毒；冶金工业用氯化法提取稀有金属。

氯气属剧烈刺激性气体之一，对人体的危害主要发生在呼吸道、皮肤和黏膜。工业卫生容许浓度为1 mg/m^3。当空气中氯的质量浓度达1 ~ 6 mg/m^{3}时，对人体产生明显刺激；12 mg/m^{3}时在短时间内人难以忍受；100 ~ 200 mg/m^{3}持续半小时至一小时就有死亡危险；质量浓度高达2 500 ~ 3 000 mg/m^{3}时，短时间内即可死亡。轻度急性中毒有黏膜刺激症状。眼红、流泪、咳嗽，可见眼结膜、鼻黏膜和咽部充血；中度急性中毒，吸入较高浓度氯气，立即引起弥漫性支气管炎或支气管肺炎；重度急性中毒，大量吸入高浓度氯气可发展为肺水肿，也可引起昏迷或休克。严重时可引起喉头痉挛和水肿，造成窒息。还可引起反射性呼吸抑制，甚至心跳骤停。皮肤接触氯可发生灼伤或急性皮炎。长期接触低浓度氯气可引起刺激症状，以慢性支气管炎为常见。皮肤可有灼伤、发痒，往往发生痤疮样皮疹和疱疹。还可引起牙齿酸蚀症。

氯中毒防治措施：

1. 一切生产及使用氯气的设备和管道，应绝对密封，并要有充分措施防止氯气外流。

2. 凡有可能外逸氯气的设备周围，应装有两套抽风排气设备。

3. 外排的氯气要尽量回收，若无法回收，应经碱液吸收，经净化后再排入大气。

4. 各种设备管道、阀门、开关等平时要有专人维护，定期检查。

5. 生产氯化氢要严格控制生产条件，防火防爆。

6. 液氯钢瓶、罐车的使用及液氯运输，必须执行国家有关规定。

7. 使用液氯的场所要有良好通风，最高温度不能超过40℃，禁止放置露天使用。

8. 直接接触氯气生产、使用、贮存、运输等作业人员须经专业培训，取得特种作业合格证后，方可上岗操作。

9. 氯气生产、使用、贮存、运输等现场均应配备各种抢修器材、有效防护用具及消防器材。

10. 防护用品定期检查、定期更换。

11. 工作现场严禁吸烟、进食和饮水。工作后淋浴更衣。

凡是呼吸系统、心血管、口及眼、鼻、喉有病者不能从事氯作业。

bingxiqing zhongdu fangzhi

【丙烯腈中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级,丙烯腈属二级毒物,即高度危害毒物。丙烯腈是无色透明液体,易挥发,密度为0.801 g/cm^3,沸点76~78 ℃,丙烯腈蒸气与空气混合时爆炸极限为3%~17%。能与乙醇、乙醚混溶,可溶于水,但在水中不稳定。分子中含不饱和键而容易发生聚合反应,聚合物比丙烯腈毒性降低。

接触丙烯腈的作业:丙烯腈的合成及用丙烯腈为原料的化工生产、有机合成等作业,例如聚丙烯腈纤维(腈纶)的合成及纺丝;聚丙烯腈树脂生产(ABS工程塑料);丁腈橡胶合成及增塑剂、黏合剂等的生产。

丙烯腈主要由呼吸道及皮肤吸收进入人体,丙烯腈毒性较大,但在体内的积蓄作用较小。慢性中毒目前尚未定论。急性中毒与氢氰酸类似。生产过程中急性中毒,多是短时间内吸入高浓度的丙烯腈蒸气所致。中毒症状出现时间与吸入量有关,一般多在吸入后1~2 h内出现,个别可推迟到14 h后出现。轻度中毒症状主要是轻度的头痛、头晕、恶心、呕吐等,并伴有黏膜刺激症状,如咽部有异物感。严重中毒者,头痛、头晕明显加重,还出现胸闷、呼吸困难、上腹部不适、恶心、手足麻木、烦躁不安、心悸、多汗、全身酸痛、食欲减退,以及口干、体温升高等。临床体征多见患者颜面潮红,眼结膜充血,脉快,呼吸减慢,口唇和四肢末端发绀和意识蒙眬,严重者甚至可以昏迷、惊厥。接触丙烯腈液体和蒸气还可以引起皮炎,出现红斑、肿胀、瘙痒、水泡等。

丙烯腈中毒防治措施:

1. 技术措施

(1)丙烯腈生产车间应采用框架结构,保证良好的自然通风;腈纶纤维生产、丁腈橡胶生产、印花涂料黏合剂及合成纤维无燃上浆生产过程的配料泵、计量泵、混合泵等处应安装局部排风。

(2)防止生产过程的跑、冒、滴、漏,是控制丙烯腈中毒的重要措施。例如,采用端面密封防止机泵渗漏物料;在管道上安装膨胀节(热补偿器)防料液管道因热胀冷缩开裂,料液外溢;管道接头处加装橡胶衬的法兰接头等。

(3)生产设备进行检修时,应加强通风排除丙烯腈,人员进入反应釜检修时应戴手套、防毒口罩,或送风面罩等个人防护用品。检修后应洗澡、更衣。

(4)车间废水中含有丙烯腈时,需经过专门的污染处理装置达到排放标准后排放。

2. 组织管理

(1)建立健全安全生产制度、操作规程。

(2)教育职工养成良好的卫生习惯,饭前和下班后认真洗手,必要时用5%硫化硫酸钠浸泡手,然后再冲洗干净。若手上沾染了丙烯腈应立即清洗干净。

(3)加强个体防护。防毒口罩应对丙烯腈有较强的吸附能力(如活性炭滤料的口罩)。丙烯腈易透过橡皮,故不宜采用橡皮手套。

(4)生产和使用丙烯腈的车间应具有抢救急性中毒的药品、器具等。

(5)职工应定期体检,建档。加强对车间空气中丙烯腈的检测。

liuhuaqing zhongdu fangzhi

【硫化氢中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级属二级危害毒物,即高度危害毒物。硫化氢(H_2S)为无色气体,低浓度时有臭鸡蛋味,高浓度时可能有甜味,但它能使嗅觉迅速失灵。密度为1.19 mg/cm^3,熔点为-85.5 ℃,沸点为-60.4 ℃,自燃点为260 ℃,爆炸极限为4%~46%。易积聚在低洼处,易溶于水、乙醇、汽油、煤油和原油,呈酸性反应。

接触硫化氢的作业:硫化物生产,如制造硫化氢、二硫化碳、有机磷农药等过程;使用硫化物,如橡胶硫化、制革用硫化钠脱毛等操作过程;天然含硫化合物的加工和利用;从事地下作业,如煤矿开采,隧道、阴沟作业等;有机化合物腐败;大量硫化氢用于生产重水,用作核反应堆的减速剂。

硫化氢是一种剧烈的神经毒物,主要由呼吸道进入。工业卫生容许浓度为10 mg/m^3。空气中硫化氢浓度达75 mg/m^{3}时可引起眼刺激症状,超过150 mg/m^3,可昏迷。浓度达1 500~3 000 mg/m^{3}可引起肺水肿,呼吸停止,在数分钟内致死。轻度急性中毒较常见的反应是眼刺痛、咳嗽,胸部紧迫等,经几小时或几天后可恢复。中度急性中毒中枢神经系统症状明显,有头痛、头晕、乏力、呕吐、共济失调等症状。重度急性中毒可发生"电击样"中毒,即几秒钟后突然痉挛性失去知觉,呼吸及心跳停止,如抢救不及时可造成死亡。慢性中毒:长期接触低浓度硫化氢,引起神经衰弱综合征和植物神经功能紊乱,偶见多神经炎。

硫化氢中毒预防措施:

1. 有硫化氢气体的工作场所,必须装设抽风排气装置。生产硫化氢的生产过程,应完全密闭。

2. 抽出的硫化氢气体及含硫化氢溶液须经处理达标后才能排放。

3. 进入有硫化氢的车间、矿坑、阴沟等,应预先测

定含硫化氢的浓度。若含大量硫化氢应先抽风或送风，直至达到工业卫生容许浓度，方可进人工作。

4. 工作现场严禁吸烟，进食或饮水，工作后淋浴更衣。

凡中枢神经系统、呼吸系统以及眼睛等器官有明显疾病者，都不宜从事接触硫化氢的作业。

guangqi zhongdu fangzhi

【光气中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级属二级危害毒物，即高度危害毒物。

光气($COCl_2$)又称碳酰氯，为无色有毒的气体或发烟性液体。具有新割干草或绿色谷物气味。熔点为 -118 ℃，沸点为8.3 ℃，密度为3.4 g/cm³。微溶于水，易溶于甲苯、苯和醋酸。会轻微分解。遇热会与水、水蒸气接触反应生产有毒的或腐蚀性气体。

接触光气的作业：有机化学合成，如合成染料；制造聚碳酸酯塑料；合成橡胶；制药，生产农药、酰基氯、芳基酮等。

光气属刺激性气体，主要是对呼吸系统的损害，对上呼吸道刺激较轻，主要作用于小支气管和肺泡，引起肺水肿。工业卫生容许浓度为0.5 mg/m³。光气的毒性比氯气大10倍，吸入质量浓度为100 mg/m³的光气30 min可危及生命，质量浓度为40 mg/m³以下对黏膜有轻度刺激作用，质量浓度为20 mg/m³可引起咳嗽，浓度为16 mg/m³可刺激眼睛，质量浓度为2 mg/m³可嗅出气味。

光气中毒的症状表现常常在开始时并没有明显的感觉，而是在吸入后几小时或48 h左右才发病，吸入浓度越高，潜伏时间越短。因此，吸入光气往往数小时后突然症状加重，皮肤显著发绀，呼吸困难，甚至窒息，咳嗽、吐血性泡沫痰，突然死亡。吸入光气量不多者，有刺激反应，表现为流泪、畏光、喉干痛、呛咳，属于轻度中毒。发展至肺水肿或化学性肺炎时，表现有剧咳、呼吸困难、昏迷、皮肤黏膜青紫、体温升高，严重患者可以出现休克和心力衰竭。吸入高浓度光气，在出现肺水肿之前可能死亡。液态光气溅到皮肤上或眼内可引起灼伤。

光气中毒防治措施：

1. 光气的贮罐、管道应严加密闭，防止跑、冒、滴、漏。

2. 工作场地采用充分的局部通风和全面通风。采用隔离式操作。

3. 光气钢瓶应避免日晒和接近火源，存放于通风良好的地方。

4. 光气尾气排放要经过中和处理。

5. 作业时穿戴防护衣服和眼镜，以免光气飞溅到皮肤和眼睛。

6. 空气中浓度超标时，必须佩戴防毒面具，紧急事态抢救或撤离时，佩戴正压自给式呼吸器。

7. 工作现场严禁吸烟、进食、饮水。进行就业前和定期体检。

8. 开展安全生产和毒气知识的宣传教育。

明显的呼吸系统疾病，心血管系统疾病不宜从事此项工作。

yiyanghuatan zhongdu fangzhi

【一氧化碳中毒防治】 按职业性接触毒物危害程度分级属二级危害毒物，即高度危害毒物。

一氧化碳(CO)为无色、无味、无臭气体。密度为0.967 g/cm³，熔点为 -205.0 ℃，沸点为 -191.5 ℃，自燃点为608.9 ℃，爆炸界限为12.5% ~ 75%。微溶于水、乙醇，溶于某些有机溶剂，如乙酸乙酯。遇明火或热会爆炸。

接触一氧化碳的作业：炼铁，炼钢，炼焦；采矿的爆破作业；铸造、锻造车间；化学工业中用一氧化碳为原料制造光气、甲醇、甲酸、甲醛、丙酮、合成氨等；接触耐火材料、玻璃、陶瓷、建筑材料等工业用的窑炉、煤气发生器和煤气炉的作业等。

一氧化碳属窒息性气体，经呼吸道进入人体，对人体的危害为造成缺氧。工业卫生容许浓度为30 mg/m³。轻度急性中毒表现为头晕、剧烈头痛、恶心、心悸、四肢无力，尚无昏迷。中度急性中毒除上述症状外，还表现为初期多汗、烦躁、步态不稳、皮肤、黏膜发白、意识蒙眬、甚至昏迷。重度急性中毒，患者可迅速进入昏迷状态，牙关紧闭，强直性全身痉挛。长期接触低浓度一氧化碳可造成慢性中毒，主要是对神经系统的损害，以神衰综合征和植物神经紊乱最为常见。心血管系统疾病可出现心肌损害及冠状动脉供血不全的心电图改变。

一氧化碳中毒防治措施：

1. 应经常测定产生或使用一氧化碳的车间内空气中其浓度大小，或设置一氧化碳监测、报警仪。

2. 改进设备，经常检查并维修煤气发生炉和管道；各种冶炼炉应采用机械加料；保持水封正常。

3. 生产场所加强自然通风，矿井放炮必须通风20 min后方可进入工作场所。

4. 进入危险区工作，需戴防护面具。带负荷检修，最好使用强制送风式防毒面具。进入危险区操作后，应立即离开，并适当休息。作业时最好多人同时工作，便于发生意外时自救，互救。

5. 对工人使用自救，互救和使用防毒面具的训练。

6. 生产、生活用气必须分开。

7. 工作场所严禁吸烟。

8. 进行就业前、定期体检。

具有明显神经系统、心血管系统疾病，严重贫血以及

妊娠妇女、未成年人均不宜从事接触一氧化碳的作业。

suanwu zhongdu fangzhi

【酸雾中毒防治】 酸雾是具有刺激性酸类气溶胶的总称。常见的无机酸有：硫酸、硝酸、盐酸、铬酸、氢氟酸、氢溴酸；有机酸有：甲酸、乙酸、丙烯酸、苯甲酰氯等。

各种酸的特性和接触机会不同。例如：

1. 硫酸(H_2SO_4)是无色透明的油状黏稠液体，沸点为338 ℃，密度为1.84 g/ml。浓硫酸具有很强的脱水作用，可使某些有机物(如生物组织、纸、布等)碳化呈黑色，硫酸与水作用可放出大量热。稀硫酸(1:10)对铅、汞以外的各种金属都有腐蚀性。接触硫酸的主要作业有：硫酸生产、化肥生产(如硫铵、过磷酸钙)、化工生产(如硫酸盐、染料、颜料、医药、塑料、合成洗涤剂、石油精炼)、冶金工业(如精炼有色金属)、蓄电池的生产及充电、金属的酸洗等有关作业。

2. 硝酸(HNO_3)是无色液体，沸点为83 ℃，密度为1.5 g/ml。室温下受光作用部分分解生成二氧化氮并溶于硝酸中，致使硝酸呈黄色。硝酸是强酸、强氧化剂。浓硝酸可使金属表面钝化(生成紧密的氧化膜)，浓硝酸是有机化合物的硝化剂。接触硝酸的作业有：硝酸生产、氮肥生产(如硝铵)、化工生产(如硝酸盐、染料、医药、农药、合成纤维等)、炸药(如三硝基甲苯、硝化甘油、硝化纤维等)生产的有关作业。

3. 盐酸(HCl)是无色的氯化氢水溶液，浓盐酸含氯化氢30%～35%。盐酸是强酸、具有强腐蚀性，能与大多数金属作用。接触盐酸的作业很多，生产盐酸和用盐酸为原料的化工生产，如生产氯化锌、氯化铁、氯乙烯、氯丁橡胶、人造丝、染料等；其他行业如电镀、焊接、金属酸洗、金属钝化等。

4. 氢氟酸(HF)是无色液体，极易溶于水，遇空气后立即生成雾，为无色发烟液体，化学性质活泼，可形成很多氟化物，对皮肤黏膜有强烈的刺激和腐蚀作用。接触氢氟酸的作业有：氢氟酸生产；使用氢氟酸的有关作业，如生产有机氟化物(聚四氟乙烯、聚三氟氯乙烯、氟利昂等)、冶金工业(铍、铀的提炼，清除铸物的型砂)、用于金属清洗剂(洗铜、不锈钢、硅片)、玻璃蚀剂等。某些生产过程释放出氟化氢，如某些氟化物水解放出氟化氢(如五氟化锑、四氟化硅)。磷肥生产，电解铝及电焊过程也均有氟化氢产生。

酸雾的主要毒作用是对接触组织的直接腐蚀作用。酸雾是细胞原浆毒，无机酸沉淀蛋白质，有机酸有溶解作用。有机酸可因夺取组织内的碱而有腐蚀作用。酸雾主要通过呼吸道侵入人体，损害呼吸道及肺部，引起支气管炎及肺水肿。酸雾对皮肤、眼睛、牙齿有刺激和腐蚀作用。酸雾对人体的损害部位及损害程度与各酸雾特性、溶解度、接触浓度及接触时间等因素有关。

酸雾中毒防治措施：

1. 技术措施

(1)选用相应的耐腐蚀材料，防止设备及管道的跑、冒、滴、漏。常用防腐材料见下表。

常用防腐材料

耐腐蚀材料		能耐腐蚀物质	备　注
金属	不锈钢	硝酸、有机酸	不耐硫酸、盐酸、氢氟酸
	铝	硝酸、乙酸	
	铅	稀硫酸	不耐盐酸
	铜	磷酸、乙酸及非氧化性酸	可作蒸馏设备
非金属	石材	硝酸、盐酸	
	耐酸陶瓷	氢氟酸、磷酸等无机酸	
	玻璃	除氢氟酸、氟硅酸、热磷酸外的酸	不耐氢氟酸、氟硅酸、热磷酸
	搪瓷	大多数无机、有机酸	
有机材料	聚氯乙烯	大部分酸、碱和有机溶剂	不耐浓硝酸、发烟硫酸、芳烃、氯烃，酮类
	聚四氟乙烯	浓硝酸、浓硫酸、盐酸、溶剂	塑料类是很好的耐腐蚀材料
涂料	生漆	盐酸、稀盐酸及80%以上的硫酸	涂料用作覆盖保护层
	过氯乙烯漆	大多数酸	不耐90%以上硫酸、50%以上硝酸
	酚醛清漆	60%的硫酸、盐酸、乙酸、有机溶剂	不耐硝酸
	呋喃树脂漆	除硝酸外的各种无机和有机酸	不耐硝酸
胶合剂	硅酸盐胶泥	耐酸	胶合剂用于补砌设备、填塞
	酚醛胶泥	耐酸及有机溶剂	管道接头

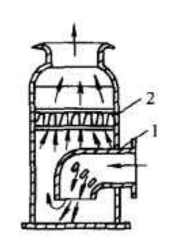
(2)对产生酸雾的设备应密闭化，加强通风排毒。例如，酸洗槽、电镀槽采用槽边侧吸或吹吸罩，电池充电槽可采用侧吸式活动密闭罩，并配以适当风量，达到控制风速的要求，以保证有效控制酸雾的逸散。

(3)改革工艺抑制酸雾的产生，例如改用无氰电镀、电镀液中加酸雾抑制剂等。

(4)选择高效酸雾净化设备，以保证排放合格。

酸雾净化装置分为干式和湿式两类。干式常用丝网过滤酸雾净化器，见下图。填充的过滤介质是塑料编织的网，它质轻耐酸，而且可制成任意尺寸、形状和高度。该设备结构简单、阻力小，净化效率大于90%。净化效率和阻力大小关键在于选择一个最佳过滤风速。干式除雾还可用高压静电抑制法。

湿式酸雾净化可选用冲击式填料塔(玻璃钢材料



酸雾净化器示意图

1—喷口 2—过滤器

制造)，设备简单，不需要循环泵，占地面积小，易检修，净化效率大于90%，吸收液还可回收利用。也可选用其他形式的吸收塔。

2. 组织管理

(1)建立健全各项规章制度，教育职工自觉遵守，保证安全操作和自身健康。

(2)定期检修，发现跑、冒、滴、漏及时处理。

(3)为职工配备必要的个人防护用品。

1)接触酸作业者应穿防酸工作服、戴胶皮围裙、手套、胶靴及防护眼镜。

2)佩戴防酸口罩(滤层为碱性吸收剂)，检修时应佩戴防酸面具，并注意口罩及面具是否失效。

3)皮肤涂防酸护品，如3%氧化锌油膏或5%碳酸镁油膏，用5%硫代硫酸钠软膏防止鼻黏膜受铬酸刺激；用1%小苏打水漱口等。

(4)做好就业前体检，呼吸道和肺部有疾病或皮肤过敏患者，不宜从事接触酸雾作业。

(5)易发生事故的作业场所应配备急救设备或用品，如冲洗皮肤用的水龙头、冲洗眼睛的冲洗液和用具。

(6)定期体检和定期监测作业环境空气中的酸雾浓度。若超标应及时采取措施。

youdu zhuoye kongqi caiyang

【有毒作业空气采样】 正确地采集空气样品是测定空气中有毒物质的第一步，能否采集到真正如实反映作业现场空气中有毒物质浓度的空气样品，是直接关系到测定结果的可靠性、真实性、可比性的关键。空气中有毒物质的理化性质各不相同、其存在形式可为气体、蒸气、烟、尘、雾等形态，在作业场所的浓度及其分布受工艺、气象条件等因素影响而经常发生变化。因此，要正确地反映作业场所的污染程度、范围、动态变化，除选择合适的分析方法外，还必须掌握各种采样方法及遵守有毒作业场所空气采样规范(按GB13733—92)，才能保证测定结果的可比性、科学性、准确性。

作业场所空气中有毒物质的存在形式复杂，各种毒物的理化性质不同，使得空气采样方法多样化。常用的采样方法有集气法和富集法两大类。

集气法是用一容器直接收集现场空气样品，故又称直接采样。常用的容器有医用100 ml注射器、塑料袋、球胆、采气管等。当现场气态有毒物质浓度较高或者所用的分析方法灵敏度很高，直接采取少量空气样品就可供分析使用时，可采用集气法采样。

富集法是通过各种收集器(如吸收管及吸收液、固体吸附管、采样夹及滤料等)，从大量空气样品中将有毒物质吸收、吸附或阻留下来，使有害物质在收集器中浓缩。根据浓缩原理不同，又可分为溶液吸收法、固体吸附法、滤料阻留法、低温浓缩法、扩散吸附法。由于固体吸附采样管的吸附剂种类多、吸附容量大，可采集的毒物种类多，又因吸附采样管小巧轻便，易于携带和运输，样品保存时间长(7 d以上)，因此固体吸附采样已成为有机蒸气采样的主要方法。富集采样可以采集气态和气溶胶状态的有毒物质，测定结果为采样时间内有毒物质的浓度。为保证足够的采样效率，根据有毒物质的理化性质和存在状态，选择适当的采样方法。

采样方式分为定点采样和个体采样两类。定点采样是指采样过程收集器固定在作业场所中指定的采样位置上的采样方式；个体采样是将采样器挂在作业人员胸前或领口接近呼吸带处随作业者行动，连续采集一个工作日的空气样品，其测定的浓度为时间加权平均浓度。

采样点的设定原则

1. 采样点必须包括作业场所空气中有毒物质浓度最高、操作者接毒时间最长及上述两种状况同时具备的工作地点。

2. 在污染源下风向的岗位工种至少设一个采样点。

3. 采样点的高度以操作者呼吸带高度为准。

4. 采样点应尽可能靠近操作者，但不影响操作者正常操作，应避免生产过程中被测物质直接飞溅入收集器内。

5. 有毒作业分级时，被测有毒物质逸散范围内的所有岗位工种应分别设置采样点。

6. 评价防毒工程措施净化效率时，应在设备的进口和出口的断面布点。

采样时机的规定

1. 应在生产设备正常运转及操作者正确操作状况下采样。

2. 有通风净化装置的工作地点，应在通风净化装置正常运行的状况下采样。

3. 在整个工作班内浓度变化不大的采样点，可在工作开始1 h后的任何时间采样；在整个工作班内浓度变化大的采样点，每次采样应在浓度较高时进行，其中一次在浓度最大时进行。

为使采气体积有可比性，应按下式将现场采气体积换算成标准状态下的体积：

$$V_0 = V_t \frac{p_t}{1.013 \times 10^5} \frac{273}{T_t}$$

式中 V_0——标准状况下的采气体积，L；
V_t——现场实测采气体积，L；
p_t——现场大气压，Pa；
T_t——现场气温，K。

duwu ceding fangfa
【毒物测定方法】 根据检测仪器原理不同，将作业环境检测方法分为以下四类。

光学分析法 它是利用物质与辐射光相互作用的关系建立的一类测定方法。其中被测物质转化为分子状态，对一定波长的光有吸收特性，其吸光度与被测物质的浓度成正比，这种测定方法称为分光光度法。根据被测物质吸收光的波长范围不同，又可分为紫外分光光度法、可见分光光度法、红外分光光度法。吸收光波长在紫外光区（200～400 nm）的称为紫外分光光度法，测定物质如联苯—苯醚、对硝基苯胺、三甲苯磷酸酯等。吸收光波长在（400～760 nm）的称为可见分光光度法。物质吸收了可见光（白光）某波长的光，则该物质就呈现吸收光补色的颜色，也就是说，可见分光光度法在测定时均有颜色，颜色深浅与物质含量有关。故可见分光光度法又称比色法。可见分光光度法是作业环境检测应用很广的分析方法，它可以测定大多数的有机物和无机物，例如测铅、锰、氯、氨、硫化氢、臭氧、二氧化硫、甲醇、甲醛、苯酚、硝基苯、吡啶、乐果等。吸收光波长在红外光区（0.78～50 μm）的称为红外分光光度法，如粉尘中游离二氧化硅的测定。

若将被测物质转化成基态原子蒸气并测定其特征谱线被吸收的程度，确定物质含量的方法称为原子吸收分光光度法。它主要测定金属元素，如铅、锰、铬、镉等。该方法操作简单、灵敏度高。

某些物质经紫外光照射后能立即放出比照射光波长较长的可见荧光，根据发射的荧光强度与物质含量的定量关系，确定物质含量的方法称为荧光分析法。该方法主要测定能产生荧光的物质，如铍的测定。

色谱法 它是利用物质在两相间的分配系数不同，在两相间经多次、反复地分配，使混合物中各组分彼此得到分离，分离后各组分依次进入检测器，根据各组分含量的多少转变成相应的电信号，由电信号的位置、大小确定物质的含量。在色谱分析中一相为流动相（被测物在这一相），另一相为固定相。流动相为气体的色谱法称为气相色谱法，主要测定沸点在400 ℃以下的有机化合物，如苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯、乙酸、乙酯、环氧乙烷、滴滴涕、六六六、对硫磷等，这是测定作业环境空气中有毒物质的主要方法。若流动相为液体的色谱法称为液相色谱法，它主要测定沸点较高的有机化合物或离子，如苯并（α）芘、蒽、菲、β-萘酚、硫酸二甲酯、苦味酸、呋喃丹、对硝基苯胺等。色谱分析具有高选择性、高分离效能、高灵敏度、分析速度快等特点，应用较广。目前色谱分析方法已占作业环境空气分析方法的50%以上。

电化学分析法 电化学分析法是以电化学为基础的一类分析方法的总称。电化学分析通常都是把试液（待测物）当成化学电池的一部分进行测定的。根据所测电池的电学参数不同，电化学分析法可分为：电位分析法、伏安法、电导分析法和库仑分析法。作业环境中有毒物质测定主要用直接电位分析法和伏安法中的极谱法。

直接电位法是将被测离子的选择性电极（其电极电位与溶液中被测离子活度有关）和参比电极放入被测离子的电解质溶液中，组成原电池，根据电动势大小，确定物质含量。该方法主要测定卤素离子（F^-、Cl^-、Br^-等）、CN^-、H^+等。

伏安法是以测量电解过程中的电流—电压曲线为基础的分析方法，其中以滴汞电极为工作电极的伏安法称为极谱法。在作业环境检测中可测钒、钴、镍、锡、铜、氧化锌、氧化镉等物质。

快速测定法 使用简便的操作方法，或可携带的简易仪器在现场及时测定有害物质浓度的方法称为快速测定法。目前常用的方法有：检测管、比色纸及单项测定仪，如氧气监测器、硫化氢、一氧化碳报警器等。这类测定方法虽然准确度稍差，但能在现场直接给出测定结果，作为职业安全卫生监察是十分必要的。

fenguang guangdufa
【分光光度法】 分光光度法是根据物质对不同波长的单色光及不同浓度的物质对光的吸收程度不同，而对物质进行定性、定量分析的方法。每种物质均有其特征的吸收光谱，它可作为分光光度法对物质定性分析的参考。定量分析的依据是光的吸收定律（朗伯比尔定律），即物质的吸光度与被测液的浓度和厚度乘积成正比。测定时，溶液厚度一定，则吸光度与浓度成正比（比尔定律），从而确定吸光物质的含量。

光是一种电磁波，具有波粒二象性。光的最小单位是光量子，它具有一定能量，光量子能量愈高，其相应的频率愈高，而波长愈短。根据波长的长短，通常将电磁波划分为：γ 射线、X 射线、紫外光、可见光、红外光、微波、射频等几个光区。

由于各种物质的结构不同，对吸收光的波长有选择性，根据物质对光吸收的区域不同，分光光度法可分为以下几种：

紫外分光光度法，即吸收光波长在紫外光区。它用于车间空气中联苯—苯醚、光气的测定（国家标准）；大气中硒、沥青烟等的测定。

可见分光光度法，其吸收光波在可见光区，波长范围在400～760 nm。由于物质吸收了可见光区中某波长的光，则物质会呈现出吸收光的补色光的颜色，故可见分光光度法又称比色法。该方法可测定的物质非常广泛，可以测金属、非金属、有机物和无机物。车间空气中铅、锰、三氧化铬、五氧化二钒、锆、氯、臭氧、二氧化硫、硫化氢、氮氧化物、砷化物、磷化氢、甲醛、苯酚、吡啶、苯胺、硝基苯、一硝基氯苯、乐果等的分光光度测定法、已批准为国家标准测定方法。

红外分光光度法，其吸收波长在红外光区。在中红外区（波长在2～15 μm）几乎所有的物质都具有特征吸收，此外红外分析速度快、样品用量少、对样品没有破坏，因此红外分光光度法广泛用于化合物的定性分析。作为定量分析已用于呼吸性粉尘中游离二氧化硅的测定。

分光光度法还可以根据被测物质的吸光状态，分为分子吸收分光光度法和原子吸收分光光度法。分子吸收分光光度法是测定化合物和配位物分子对光的吸收，上述紫外分光、可见分光、红外分光光度法均属此类，通常将分子吸收分光光度法简称为分光光度法；原子吸收分光光度法测定对象是被测元素的基态原子蒸气，通过测定被测元素的共振吸收，确定物质的含量。原子吸收分光光度法，操作简单、分析速度快、灵敏度高，已普遍用于冶金、地质、化工、环保监测等方面。车间空气中铅、锌、铬、锰、镉、镍、钴等的原子吸收测定方法已批准为国家标准分析方法。

分光光度计一般分为单光束和双光束两类，不论那种类型的分光光度计，都有光源、单色器、吸收池、检测器、指示仪表等。

光源：用钨灯（发射波长为320～2 500 nm）和氘灯（发射波长为150～400 nm，是紫外吸收的光源）提供稳定的入射光波。

单色器：从波长范围较宽的光波中，分出单色光（波长范围很窄）的光学装置。常用棱镜或光栅元件。

吸收池：是分光光度分析中盛放被测液的容器，用玻璃或石英材料制成，在紫外光区测量时必须用石英吸收池。

检测器：将光强度转变成电信号的装置。常用光电管或光电倍增管做元件。

指示仪表：将检测器记录的电信号，转变成吸光度（A）或透光率（T）的显示器。

原子吸收光谱为线性光谱，吸收峰半宽度仅有百分之几埃（Å），为满足运用朗伯—比尔定律的必要条件，入射光必须是锐线光（一般要求发射光波半宽度为吸收峰半宽度的 1/5～1/10），因此，通常用待测元素空心阴极灯作为光源，它可提供待测元素吸收所需要的特征波长的锐线光（单色光）；又因原子吸收分光光度法是测定基态原子蒸气，故该仪器内必须具备用于样品转化为基态原子蒸气的部件——原子化器（相当于分子吸收的吸收池）。原子化器分为火焰原子化器和无焰原子化器（包括电热原子化器、如石墨炉和还原气化法）两类；原子吸收比分子吸收测定的灵敏度高，其单色器需用光栅，检测器需用光电倍增管。

分光光度法定量分析最常用的是标准曲线法。即先配制一系列不同浓度的标准溶液，在一定波长下（一般在 λ_{max} 处），依次测定它们的吸光度，然后以溶液浓度为横坐标，以吸光度为纵坐标作图，若被测物质对光的吸收符合比尔定律，便得到一条直线，此线称为标准曲线。在相同条件下测定未知液的吸光度，便可以从标准曲线上找出与此吸光度相对应的浓度。此外还可用直接比较法——凡溶液中被测物质能严格遵守比尔定律时，均可配一种标准溶液，设它的浓度为 $c_{标}$，测其吸光度为 $A_{标}$，在相同条件下测样品溶液的吸光度 $A_{样}$，根据下式可求得样品浓度 $c_{样}$：

$$c_{样} = \frac{c_{标} A_{样}}{A_{标}}$$

此法要求标准溶液与样品溶液的吸光度较为接近，以减小测定误差。

在原子吸收分光光度法中，火焰法需用乙炔高压气瓶，必须严格遵守操作规程，以保安全。

qixiang sepufa

【气相色谱法】 气相色谱法是色谱法中的一种分析方法。色谱分析是一种对多组分混合物的分离、分析工具，它主要利用物质的理化性质不同进行分离并测定混合物中各组分的含量。

色谱分析中均有两相，即流动相和固定相。作为固定相可以是固体吸附剂，也可以是液体涂渍在载体上的固定相；作为流动相可以是气体，也可以是液体。用液体作为流动相的色谱称为液相色谱；用气体作为流动相的色谱称为气相色谱。又因固定相分为两种状态，根据所用的固定相和流动相，将色谱法分为以下几种：

流动相	固定相	分类名称	
气　体	固　体	气固色谱	总称气相色谱
气　体	液　体	气液色谱	
液　体	固　体	液固色谱	总称液相色谱
液　体	液　体	液液色谱	

气相色谱仪是气体为流动相采用洗脱法的柱色谱分析仪器，它由气路系统、进样系统、色谱柱及检测记录等部分组成。气路系统的作用是提供足够纯度、压力和流量稳定的气体，作为一相（载气），经过进样器气化室进入色谱柱，推动组分在色谱柱内进行分离，分离后的组分随载气依次离开色谱柱，进入检测器，然后气体放空。检测器的作用是将经色谱柱分离后的各组分浓度（或质量）的变化，转变成相应的电信号，经放大器放大后，由记录仪记录各组分相应的色谱图，供色

谱定性定量分析用。常用的检测器有：热导检测器、氢火焰检测器、电子捕获检测器和火焰光度检测器。色谱柱是色谱分析的核心部件，色谱柱分为填充柱和毛细管柱两类，固定相填充在柱管内。固定相是真正起分离作用的物质。

气相色谱分离原理　物质在固定相和流动相（气相）之间发生的吸附、脱附或溶解、挥发的过程叫分配过程。在一定温度下组分在两相间分配达到平衡时，组分在固定相与在气相中浓度之比，称为分配系数。不同物质在两相间的分配系数不同，分配系数小的组分，每次分配后在气相中的浓度较大，当分配次数足够多时，只要各组分的分配系数不同，混合的组分就可分离，依次离开色谱柱。

气相色谱定性定量分析　气相色谱分析得到的色谱图是各组分相对应的一个个色谱峰。确定各色谱峰代表什么物质，就是色谱定性分析。定性分析的依据是在一定的色谱条件下（固定相、操作条件相同）各物质的保留值（保留时间、保留体积等）一定。确定色谱峰面积或峰高所代表物质的含量，就是色谱定量分析。定量分析的依据是检测器的响应信号（在色谱图上的峰面积或峰高）与组分的质量（或浓度）成正比，即 $W_i = f_i A_i$。式中的比例常数 f_i 又称校正因子；A_i 是 i 组分对应的色谱峰面积。因此，色谱定量分析时，必须准确地测量峰面积和校正因子，并正确选用适当的定量方法，严格控制分析误差，测定结果才能准确、可靠。

气相色谱具有灵敏度高（通常可测到 1×10^{-6} ~ 1×10^{-9}g）、分析速度快（分析一个样品一般在几分钟到几十分钟）、样品用量少等优点，在石油化工、医药卫生、高分子合成、食品分析、环境监测中广泛应用。

车间空气中苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯、丙硐、丁醇、乙醚、乙酸乙酯、环氧乙烷、氯甲烷、氯乙烯、丙烯腈、三硝基甲苯、黄磷、二甲基甲酰胺、敌敌畏、乐果、对硫磷、碘甲烷、溴甲烷等几十种的气相色谱测定方法，已批准为国家标准测定方法。

由于气相色谱分析中使用氢气、氮气等高压气瓶，电子捕获检测器使用放射源，分析人员必须遵守有关规定，保证安全实验。

lizi xuanze dianjifa

【离子选择电极法】　离子选择电极法是利用离子选择电极对特定的离子产生选择性响应，通过简单的电位测量仪直接测定或指示溶液中离子活度的电位测量方法。离子选择电极是一类具有敏感膜的电极，它们都具有薄膜壳体，膜内装有一定浓度的被测离子溶液，即内参比溶液，其中插入一个内参比电极。膜材料可以是固体或液体，按离子选择电极的构型和作用机理，可以分为玻璃电极（如测 pH 值的玻璃电极）、固态膜电极（如用氟化镧单晶片制成的氟电极）和液态膜电极（如钙电极）三类。

离子选择电极测定溶液中离子活度时，将对被测离子有选择性响应的离子选择电极作指示电极（即电极电势随被测离子活度的变化而变化的电极），与参比电极（即电极电势不受被测离子活度的影响，具有较稳定数值的电极）共同浸入被测溶液中构成原电池，其电动势 $E_{池}$ 为：

$$E_{池} = E_{指} + E_{液接} - E_{参}$$

测原电池电动势时，当液接电势（$E_{液接}$）、参比电势（$E_{参}$）和溶液中总离子强度一定时，离子选择电极电势 E_i（作为指示电极）与溶液中被测离子浓度（c_i）用下式表示：

$$E_i = 常数 \pm 2.303\frac{RT}{nF}\lg c_i$$

式中：R 为气体常数；T 为被测溶液的热力学温度；F 为法拉第常数；n 为电极反应中电子得失数。

离子选择电极分析方法具有设备简单、操作简便、快速及受被测液的物理状态（如颜色、浊度等因素）的影响较小，而且能进行快速连续测定的优点，因此在分析化学、工业生产控制、医药卫生及环境监测中广泛应用。车间空气中氟化氢及氟化物的离子选择电极测定方法，已被批准为国家标准测定方法。

离子选择电极法测定误差主要与被测离子的价数和原电池电动势测量的准确度等因素有关，为保证测量的准确度，电位计要求能准确读出0.1 mV。

kuaisu cedingfa

【快速测定法】　使用简便的操作方法或用可携带的简易仪器在现场及时测定有害物质浓度的方法称为快速测定法。快速测定法的特点：一是操作简单；二是在现场及时指示出空气中有害物质浓度，这是其他分析方法所不能比拟的。其他分析方法需从现场采集空气样品，带回实验室分析，即采样和分析分两步进行，而快速测定将采样和分析结合在一起，在现场就能直接显示测定结果。假如生产设备正在检修，处理跑、冒、滴、漏或突然故障时，急需判明现场有害物质的瞬间浓度，用快速分析是非常方便、行之有效的。同时，这类仪器还可作为现场有害物质浓度的连续监测或自动报警的装置。因此，快速测定在作业环境监测中起很大的作用，也是劳动安全卫生监察的有力工具。

快速测定法包括气体检测报警仪和直读比色两大类。为保证这两类检测仪器的质量，国家制定了《作业环境气体检测报警仪通用技术要求》（GB12358—90）和《气体检测管装置》（GB7230—87）。

气体检测报警仪分类：

1. 按检测对象分类：有可燃性气体（含甲烷）、有毒气体和氧气报检测警仪。

2. 按检测原理分类：可燃性气体检测有催化燃烧型、半导体型、热导型和红外吸收型等；有毒气体检测有电化学型、半导体型等；氧气检测有电化学型。

3. 按使用方式分类：有便携式和固定式。

4. 按使用场所分类：有常规型和防爆型。

5. 按功能分类：有气体检测仪、气体报警仪和气体检测报警仪。

6. 按采样方式分类：有扩散式和泵吸式。

作为气体检测报警仪应达到以下技术要求：可燃性气体检测报警仪的检测范围下限为零，上限应大于或等于爆炸下限；有毒气体检测仪的检测下限为零，上限应大于3倍最高容许浓度；氧气检测报警仪用于缺氧检测，检测范围下限为零，上限应大于25%体积百分浓度，对于氧气泄漏检测下限为零，上限应大于40%体积百分浓度。使用气体检测报警仪时，必须严格定期标定，保证测定数据的准确性。

直读比色分析技术是利用能够迅速产生明显颜色变化的化学反应，定性或定量检测化学有害物质，并且能够在现场直接读出测定结果的快速分析技术。运用直读比色分析技术研制成功的各种装置已经能够检测出200余种化学物质。直读比色包括检气管、比色试纸等。其中，最常用的是检气管，它可以作为有毒作业分级中毒物测定方法之一。

检气管（又称检测管、检知管）是一种填充显色指示粉的细玻璃管，管子两端熔封，管内的指示粉用吸附了显色化学试剂的载体制成。使用时将检气管两端截断，一端与现场空气相通，另一端与采气器相连。当被测空气通过检气管时，有害物质与指示粉迅速发生化学反应，根据指示粉颜色变化长短（或深浅）确定有害物质的含量。

使用检气管时，要注意检气管的有效期，并按规定采足样品气（预先应检验采样器是否漏气）及时从标尺上读出检气管所指示的浓度。

huaxue shiyanshi fangdu

【化学实验室防毒】 化学品是化学实验室的毒源、危险源。它造成对人体危害的原因：一是化学品在正常实验条件下的逸散；二是由于管理和操作不当引起化学品的大量扩散、燃烧、爆炸或化学灼伤等引起的中毒。化学实验室防毒措施如下：

1. 提高安全意识

建立健全安全责任制。有关人员必须高度重视安全工作，严格遵守各项规章制度，杜绝事故的发生。万一发生事故要沉着、冷静，积极采取措施，避免事故扩大。

2. 加强化学品的管理

化学实验室中除需贮存一定数量的各种化学品外，还有大量根据需要配制的溶液，在保管和使用中应注意以下几点：

（1）所有化学品、溶液、待测样品的包装瓶（袋）上必须有标签。标签应完整、清晰、长期使用的标签上可涂一层蜡，以防腐蚀、磨损。绝对不允许标签与实物不符。

（2）化学品应分类存放。例如，无机试剂可分作酸类、碱类、盐类及氧化物等；盐类可按阳离子分类；有机物可按官能团分类；指示剂可按用途分类；专用有机试剂可按测定对象分类等。

（3）对危险化学品应严格管理。根据GB 13690—92《常用危险化学品的分类及标志》，将危险化学品按危险特性分为八类。

第一类　爆炸品：如三硝基甲苯、硝化甘油、苦味酸、高氯酸（浓度>72%）等；

第二类　压缩气体和液化气体：如乙炔气、氢气、液氯、液氨等；

第三类　易燃液体：如乙醚、二硫化碳、乙酸乙酯、苯等；

第四类　易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品：易燃固体如二硝基萘、铝粉、红磷等；自燃物品如黄磷、硫化钠、三乙基铝等；遇湿易燃物品如金属钾、钠、碳化钙等；

第五类　氧化剂和有机过氧化物：氧化剂如铬酐、重铬酸钾、双氧水等；有机过氧化物如过甲酸、过氧化叔丁醇等。

第六类　有毒品：如氰化钾、三氧化二砷、氯化汞、苯胺、苯酚等；

第七类　放射性物品：硝酸钍、夜光粉等；

第八类　腐蚀品：酸类如硝酸、硫酸、盐酸、醋酸、氢氟酸等；碱类如氢氧化钠、硫化钾、乙醇钠、水合肼等；其他腐蚀品如甲醛溶液、次氯酸钠溶液等。

这些危险化学品在贮存时不能与禁忌物混合贮存。各类相应禁忌物见GB15603—1995《常用化学危险品贮存通则》中附录A。

（4）实验后的废液、废渣应做必要的处理。以免污染环境。

3. 严格遵守操作规程

例如，遵守各类仪器、设备的操作规程；凡能产生刺激性、腐蚀性、有毒或恶臭气体的操作，必须在通风柜中进行；不能用明火加热易燃化学品；凡装过强腐蚀性、易爆或有毒药品的容器应由操作者及时、亲自洗净等。

4. 严格遵守安全用电规程

实验室常用制冷设备有冰箱、空调；常用电热设备有电炉、电热板、电热套、高温炉、烘箱、恒温水浴等。使用电器设备（包括仪器）的共同注意事项，一是电源电压必须与电器设备的额定工作电压相符，保证足够的电源功率；二是绝缘良好，确保安全用电。

5. 具有防火、防爆的常识和技术

化学实验室中不仅经常使用易燃、易爆、自燃及强氧化剂等类化学品，而且还要经常进行加热、灼烧、蒸

馏等实验操作，存在着火的可能性。爆炸往往比着火会造成更大的危害。为防止事故的发生、扩展，必须具备以下几点：

(1)使用易燃、易爆的化学危险品时，一定与明火隔绝，并防止电火花产生，同时加强室内通风。

(2)发现起火，要立即切断电源、关闭可燃性气源、扑灭着火源，移走可燃物。

(3)针对着火源性质，采取相应的灭火措施：

若在敞口容器中燃烧，如油浴着火，可用石棉布盖灭，绝不能用水灭火！

若是有机溶剂洒在桌面、地面上引燃，可用石棉布、砂子等盖灭，绝不能用水！

衣服着火时，应立即离开实验室（不要跑），可用湿布压灭、水浇或躺地压灭。

(4)合理选用灭火材料。

水虽然是常用的灭火材料，但在化学实验室起火时，若要用水，应十分慎重。因为有的化学品能与水反应、燃烧、甚至爆炸，有的化学品比水轻、浮于水面而流动，反而扩大火势。所以除非确知用水无害时，尽量不要用水。实验室常用灭火器及其使用范围见表1。

表1　常用灭火器

灭火器类型	适用范围	禁用范围	注意事项
泡沫灭火器〔$Al_2(SO_4)_3$ 和 $NaHCO_3$〕	一般物质着火。有机溶剂、油类着火	电器着火——泡沫导电	(1)使用时，如倒置、摇匀后仍不喷射泡沫，要立即检查喷嘴是否堵塞，并排除；如确属堵塞，要迅速将其弃于远处，以防爆炸 (2)不宜用于精密仪器、贵重资料灭火
二氧化碳灭火器〔CO_2〕	电器、贵重仪器、设备、资料着火、大范围的油类、忌水化学药品着火		(1)手要握在喷射口的橡胶部位，不要触及金属部分，以免冻伤 (2)不伤物品，不留痕迹
四氯化碳灭火器〔CCl_4〕	电器着火	(1)K、Na着火——CCl_4会剧烈分解，甚至爆炸 (2)CS_2、CaC_2着火——产生光气类毒气	(1)有毒！注意风向，要站在上风处使用 (2)尽量不用它，以免中毒 (3)不留痕迹
干粉灭火器〔$NaHCO_3$、润滑剂、防潮剂〕	油类、有机物、遇水燃烧的物质着火		不宜用于精密仪器，易严重沾污
1211灭火器〔CF_2ClBr〕	精密仪器、电器着火		灭火效率高；不留痕迹；通用，但价格贵

6. 具有急救常识

毒物除经呼吸道、消化道进入人体外，化学实验室还会遇到割伤、烫伤、化学烧伤、炸伤等意外情况，必须先做紧急处理，再及时送医院治疗。遇到化学烧伤，要立即用大量流水冲洗，并针对化学品的性质，采用相应的药剂处理，见表2。

表2　化学烧伤的急救处理

灼烧物质	处理方法
碱类：KOH、NaOH、NH_3、CaO、K_2CO_3、Na_2CO_3	立即用大量水冲洗，再用2%醋酸溶液冲洗，如为CaO灼烧，冲后可涂任何一种植物油
酸类：H_2SO_4、HCl、HNO_3、H_3PO_4、甲酸、乙酸	先用大量水冲洗，再用饱和 $NaHCO_3$ 溶液冲洗
氢氟酸(HF)	立即用大量冷水冲洗至灼烧处表面发红，再用5% $NaHCO_3$ 冲洗，然后用甘油加氧化镁(2:1)悬浮剂涂抹，消毒纱布包扎
溴(Br_2)	用25%氨水+松节油+95%乙醇(1:1:10)的混合液处理
磷(P)	先用1% $CuSO_4$ 溶液冲洗，再用0.1% $KMnO_4$ 湿敷，外涂保护剂，包扎。不可将创伤面暴露于空气或涂抹油质类药
铬酐(Cr_2O_3)	先用大量水冲洗，再用$(NH_4)_2S$溶液漂洗

如果眼睛被灼伤，可用洗瓶流水冲洗（不要揉眼），水洗后，如为碱灼伤，再用20%硼酸淋洗；如为酸灼伤，则用3% $NaHCO_3$ 淋洗。

7. 养成良好的工作习惯

例如，实验台面的整洁，实验前后的洗手，下班前关断水、电、气，关闭门窗等。

(三)通风与空调工程

tongfeng

【通风】 为改善生产和生活条件,采用自然或机械方法,对某一空间进行换气,以造成卫生、安全等适宜空气环境的技术称为通风。对生产过程中的余热、余湿、粉尘和有害气体等进行控制和治理而进行的通风称为工业通风。通风系统按不同方式可有下列不同的分类方法:按作用范围可分为全面通风和局部通风;按使用动力可分为自然通风和机械通风;按气流流向可分为进风、排风和循环风。进行车间的通风设计时,应根据生产工艺特点、有害物质的性质和各种有害物的散发情况,恰当地运用各种通风方法,综合解决整个车间的通风问题。例如,铸造和烧结车间,工艺设备比较复杂,车间内同时散发粉尘、有害气体、热和湿等多种有害物。对这类车间,一般采用局部排风捕集粉尘和有害气体,用全面的自然通风消除散发到整个车间的热量及部分有害气体,同时对个别高温工作地点(如浇注生产线、天车司机室),用局部送风进行降温。

ziran tongfeng

【自然通风】 依靠室外风力造成的风压或室内外温度差(密度差)所造成的热压的作用,使室内外空气得到交换的通风方式。常用于工业和民用建筑的全面通风换气,以及某些热设备的局部排气。

当厂房内有热源存在时,气温常比厂房外高。温度高的空气,其密度比温度低者为小。若建筑物下部和上部开有窗孔,并有一定高度差,促使温度低、密度大的厂房外空气从建筑物下部窗孔流入,温度高、密度小的厂房内空气从建筑物上部窗孔排出。这就是通常称为热压作用下的自然通风。厂房内外温度差越大,进排风窗孔高度差越大,热压也越大,通风换气量越大。

当风吹向建筑物时,作用于迎风面上的风压高于大气压力,为正压;作用于背风面上的风压低于大气压力,为负压。如果位于正压区和负压区的建筑物外墙上均开有窗孔,外界空气便从迎风面的窗孔进入建筑物,将建筑物内的空气从背风面的窗孔压出去。这就是通常称风压作用下的自然通风。由于室外风的风速和风向是经常变化的,不是一个可靠的稳定因素,为了保证自然通风的实际效果,根据《采暖通风与空气调节设计规范》(TJ19—75)的规定,在实际计算时仅考虑热压的作用,而风压只作定性考虑。

工业厂房的自然通风计算包括两类问题,一类是设计计算,即根据已确定的工艺条件和必须保证的工作区的卫生要求,计算必需的换气量,确定进、排风窗孔位置和窗孔面积。另一类是校核计算,即在工艺、土建、窗孔位置和面积已确定的前提下,计算所能达到的换气量,校核工作区卫生条件是否满足卫生标准的规定。

排除厂房内余热所需换气量按下式计算:

$$G=\frac{Q}{c(t_p-t_j)}\quad \mathrm{kg/h} \tag{1}$$

式中 Q——厂房内余热量,即总产热量与总耗热量之差,kJ/h;

t_p——厂房上部排气温度;

t_j——厂房的进气温度,℃;

c——空气比热容,1.01kJ/(kg·℃)。

在热压作用下,进、排风窗孔 F_a 和 F_b 的面积分别为:

$$F_a=\frac{G_a}{\mu_a\sqrt{2h_1g(\rho_w-\rho_n)\rho_w}}\quad \mathrm{m^2} \tag{2}$$

$$F_b=\frac{G_b}{\mu_b\sqrt{2h_2g(\rho_w-\rho_n)\rho_p}}\quad \mathrm{m^2} \tag{3}$$

式中 G_a、G_b——窗孔 a、b 的流量,kg/s;

μ_a、μ_b——窗孔 a、b 的流量系数;

ρ_w——室外空气密度,kg/m³;

ρ_p——上部排风温度下的空气密度,kg/m³;

ρ_n——室内平均温度下的空气密度,kg/m³;

h_1、h_2——中和面(余压为零的平面)至窗孔 a、b 的距离,m。

自然通风不需要专设的动力设备,它比机械全面通风经济。如果设计得当,管理完善,自然通风所产生的换气量远非机械通风所能相比。如在炼钢、铸造、锻造等热车间装设挡风天窗等设施后,可使自然通风换气次数达到 50~300 次/h,如果这些风量用风机来输送,将要消耗几十至几百千瓦的电力。当然,自然通风也存在着进风不能进行温度、湿度处理,换气量易受外界气象条件的影响,难于人为控制的缺点。

jixie tongfeng

【机械通风】 利用通风机械或其他动力实现换气的通风方式称为机械通风。它的主要特点是产生的风压高。通风除尘系统由于阻力大,通常是采用机械通风。

youdao tongfeng

【诱导通风】 诱导通风是利用装设在风管内的诱导器喷出的高速气流,将系统内的空气诱导出来并使之流动。它是机械通风的一种特殊形式,其主要特点是被排出的气体(被诱导气体)不直接通过风机,因而用它来排除高温、易燃易爆或强腐蚀性气体能避免风机过热或腐蚀,确保风机安全运行。但是,诱导通风耗电量较大。

在机械工厂中，目前采用诱导通风的有冲天炉排烟、铸件冷却廊通风、熔蜡炉排风、酸洗槽排风等，其流程如下：

大气→冲天炉→除尘器→诱导器→大气
诱导风机→诱导器

shigu tongfeng
【事故通风】 用于排除或稀释生产房间内发生事故时突然散发的大量有害物质、有爆炸危险的气体或蒸气的通风方式称为事故通风。

当生产设备发生偶然事故或故障时，会突然散发大量有害物质、有爆炸危险的气体或蒸气的车间，应设置事故排风，以备急需时使用。

事故排风所必需的换气量应由事故排风系统和经常使用的排风系统共同保证。

当有害气体的最高容许浓度大于5 mg/m³时，换气次数不应小于：

1. 车间高度在6 m及6 m以下者，8 次/h；
2. 车间高度在6 m以上者，5 次/h。

当最高容许浓度等于或低于5 mg/m³，上述的换气次数应乘以 1.5 倍。

事故排风装置所排出的空气可不设专门的进风系统来补偿，而且排出的空气一般都不进行净化或其他的处理。排出有剧毒的有害物时，应将它们排放到10 m以上的大气中，仅在非常必要时，才加以化学中和。

事故排风必须设在有害物质可能释放的地点，事故排风开关，应同时装设在室内和室外便于开启的地方。

quanmian tongfeng
【全面通风】 用自然或机械方法对整个房间进行换气的通风方式称为全面通风。全面通风所需的风量大大超过局部排风，相应的设备和消耗的动力也较大。如果由于生产条件的限制不能采用局部排风，或者采用局部排风后，室内有害物浓度仍超过卫生标准，在这种情况下可以采用全面通风或辅之以全面通风。

全面通风的效果不仅与换气量有关，而且与通风气流的组织有关。如将进风先送到人的工作位置，再经过有害物源排至室外，这样在人的工作地点就能保持空气新鲜。如将进风先经过有害物源，再送到人的工作位置，这样工作地点的空气就比较污浊。

全面通风所需换气量按下列情况分别计算。

1. 稀释室内有害物质所需要的换气量按下式计算：

$$L=\frac{m}{c_y-c_j}\quad \mathrm{m^3/h} \qquad (1)$$

式中 m——室内有害物散发量，mg/h；
c_y——室内空气中有害物质的最高容许浓度，mg/m³；
c_j——进入室内空气中有害物质的浓度，mg/m³。

2. 消除室内余热所需要的换气量按下式计算：

$$L=\frac{Q}{c\rho(t_p-t_j)}\quad \mathrm{m^3/h} \qquad (2)$$

式中 Q——余热量，kJ/h；
c——空气的比热容，1.01kJ/(kg·℃)；
ρ——进入室内空气的密度，kg/m³；
t_p——排出空气的温度，℃；
t_j——进入室内空气的温度，℃。

3. 消除室内余湿所需要的换气量按下式计算：

$$G=\frac{G_{sh}}{d_p-d_j}\quad \mathrm{kg/h}$$

式中 G_{sh}——余湿量，g/h；
d_p——排出空气的含湿量，g/kg；
d_j——进入室内空气的含湿量，g/kg。

当车间内同时散发有害物质、余热和余湿时，全面通风换气量按其中所需最大的换气量计算。

散入室内的有害物质数量不能确定时，全面通风换气量可根据类似房间的实测资料或经验数据，按房间的换气次数确定；当有专业标准时，应按各有关专业标准执行。

在一般情况下，不宜采用全面通风的方法来消除车间内产生的粉尘，因为送风气流易造成细微粉尘的二次飞扬。

jubu tongfeng
【局部通风】 为改善室内局部空间的空气环境，向该空间送入或从该空间排出空气的通风方式称为局部通风。

局部送风就是将具有一定速度的空气直接送到指定地点，使局部地区形成良好的空气环境。对于面积很大，作业人员很少的生产车间，采用局部送风（如空气淋浴）来改善局部地区的空气环境是经济的。

局部排风则是在散发有害物质的局部地点设置排风罩捕集有害物质并将其排至室外，使有害物质不致在室内扩散，污染车间空气。局部排风需要的风量小，效果好，设计时应优先考虑采用。

xunhuanfeng
【循环风】 循环风（又称回风）就是将排风系统排出的污染气体净化后再送回车间循环使用。使用循环风可以大大节省调节补充空气（冬季加热，夏季冷却）的费用。在高寒和寒冷地区，如将净化气体送回车间循环使用，其节能效果是十分明显的。以长春地区某个排风量为10^5 m³/h的车间为例，如按全年 174 个采暖日，每小时少烧0.4 t煤或节省2 t采暖蒸汽计算，

整个采暖期所取得的总经济效益达 10 万元以上。

使用循环风,必须保证回风的有害物质浓度符合卫生标准规定的要求,不致危害作业人员的身体健康。

tongfengliang

【通风量】 通风量是指单位时间内进入室内或从室内排出的空气量。

单位时间内进入室内的风量称为进风量,单位时间内从室内排出的风量称为排风量。

paifengzhao

【排风罩】 设置在有害物源处,捕集和控制有害物的通风部件。

排风罩分类 排风罩的形式很多,大致可分为密闭罩、外部罩、接受罩、吹吸罩、气幕隔离罩、补风罩等六大类。

1. 密闭罩 将有害物源密闭在罩内的排风罩。按其形式可分:

(1)局部密闭罩 只将工艺设备中放散有害物的部分加以密闭的排风罩。如颚式破碎机密闭罩。

(2)整体密闭罩 将放散有害物的设备大部分或全部密闭的排风罩。如轮碾机、提升机密闭罩。

(3)大容积密闭罩 在较大范围内,将放散有害物的设备或有关工艺过程全部密闭起来的排风罩。

(4)排风柜 一种三面围挡一面敞开,或装有操作拉门、工作孔的柜式排风罩。如用来对金属零件进行表面加工或清理的喷砂通风柜。

2. 外部罩 设置在有害物源近旁,依靠罩口的抽吸作用,在控制点(距排风罩罩口最远的有害物放散点)处形成一定的风速排除有害物的排风罩。按其形式可分:

(1)上吸罩 设置在有害物源上部的外部罩。

(2)下吸罩 设置在有害物源下部的外部罩。

(3)侧吸罩 设置在有害物源侧面的外部罩。

(4)槽边罩 设置在电镀槽、酸洗槽等工业槽边的外部罩。

3. 接受罩 接受由生产过程(如热过程、机械运动过程等)本身产生或诱导的有害气流的排风罩。如砂轮机的吸尘罩、高温热源上部的伞形罩等。按其形式可分:

(1)高悬罩 悬挂高度(罩口至热源上沿的距离)$H>1.5\sqrt{F}$(F 为热源水平投影面积)或 $H>1$ m的接受罩。

(2)低悬罩 悬挂高度 $H\leqslant\sqrt{F}$或 $H\leqslant1$ m的接受罩。

4. 吹吸罩 利用吹风口吹出的射流和吸风口前汇流的联合作用捕集有害物的罩子。

5. 气幕隔离罩 利用气幕使有害物与空气隔离的排风罩。如用于金属熔化炉的气幕隔离罩,就是利用设置在炉子周围的环形喷口喷出的环形射流包围热烟气,使其直接进入屋顶的排风罩。

6. 补风罩 利用补风装置将室外空气直接送到排风口处的排风罩,如补风型排气柜等。

排风罩的设计原则

1. 排风罩的类型、结构形式应根据有害物源的性质和特点确定,做到罩内负压或罩面风速均匀,其排风量(单位时间从排风罩排出的空气量)应按防止有害物逸至作业环境的原则通过计算确定,亦可采用实测数据、经验数据,或通过模型实验确定。

2. 排风罩应能将有害物源放散的有害物予以捕集,不使其放散到作业环境中,使工作区有害物浓度达到国家卫生标准,以较小的能耗捕集有害物。

3. 对可以密闭的有害物源,应首先采用密闭的措施,尽可能将其密闭起来,用最小的排风量达到最好的控制效果。

4. 当不能将有害物源全部密闭时,可设置外部排风罩,外部罩的罩口应尽可能接近有害物源。

5. 当排风罩不能设置在有害物源附近或罩口至有害物源距离较大时,可以设置吹吸罩。吹吸罩对于有害物源上挂有遮挡气流的工件或隔断气流的物体时应慎用。

6. 排风罩的罩口宜顺着气流的运动方向,以利有害气流直接进入罩内。但排气线路不允许通过工人的呼吸带。

7. 外部罩、接受罩、吹吸罩应布置在避免存在干扰气流之处。排风罩的设置应做到方便工人操作和设备维修。

8. 排风罩必须坚固耐用。

排风罩的材质

1. 制作排风罩的材料应根据有害气体的温度、腐蚀性、磨琢性等以及工艺条件选择。

2. 对设备振动小、温度不高的场合,可用厚≤2 mm薄钢板制作罩体;对于振动大、物料冲击大或温度较高的场合,可用厚 3 ~ 8 mm的钢板制作。对于设置在高温炉旁的排风罩,一般采用锅炉钢板制作。对于捕集磨琢性粉尘的罩子,应采取耐磨措施。

3. 在有酸碱作用或其他有腐蚀性的场合,罩体应采用耐腐蚀材料制作,或在所用材料上作耐腐蚀处理。

4. 排风罩的材料要有足够的强度,以避免在拆装或受到振动、腐蚀、温度剧烈变化时变形或损坏。

排风罩的结构

1. 密闭罩应尽可能做成装配结构,罩上的观察窗、操作孔和检修门应开关灵活并且具有气密性,其位置应躲开气流正压较高的部位。罩体如必须连接在振动或往复运动的设备机体上,应采用强度好的柔性连接。密闭罩的吸风口应避免正对物料飞溅区,其位置应保持罩内产生均匀的负压。吸风口的平均风速以基

本上不抽走有用物料为准。

2. 外部罩的罩口尺寸，应按吸入气流的流场特性来确定，其罩口与罩子连接管面积之比不应超过16:1，罩子的扩张角度宜小于60°，不允许大于90°。当罩口的平面尺寸较大而又缺少容纳适宜扩张角所需的垂直高度时，可以将它分成几个独立的小罩子；对中等大小的罩子，可在罩口内设置挡板或条缝口、气流分布板等。为提高捕集率和控制效果，外部罩可加法兰边。

3. 低悬罩罩口尺寸应比热源尺寸每边扩大150～200 mm；高悬罩罩口应将计算所得的罩口处热射流直径增加0.8H（H为悬挂高度）作为罩口直径。

4. 吹吸罩罩口尺寸的确定应用其设计计算方法一起考虑，采用某种计算方法时，必须同时采用该方法的尺寸要求。

排风罩的加工工艺

1. 排风罩的罩型应规则、无裂缝、无毛刺。罩壁应平整、光滑，不得有凹凸不平的现象。

2. 采用厚1 mm以下薄钢板制作的排风罩，宜用咬口、插条连接或铆接。用厚1～2 mm薄钢板制作的排风罩，宜采用电焊或气焊连接。用厚2 mm以上薄钢板制作的排风罩，宜采用电焊。所有焊缝均采用连续焊缝焊接。焊接头应符合《手工电弧焊焊接接头基本形式与尺寸》(GB985—80)的规定，所有接缝不得漏风。

kongzhi fengsu

【控制风速】 将控制点处的有害物吸入罩内所需的最小风速，也称捕集速度。它只取决于有害物源的性质以及周围气流的状况，与罩子的尺寸和排风量以及控制距离(控制点到罩口中心的距离)无关。要有效地控制有害物源，外部罩在控制点处所造成的吸入速度(外部罩抽风时，在控制点处所能达到的风速，与罩子尺寸、排风量和控制距离有关)至少要等于控制风速。

控制风速一般通过实测求得。如缺乏现场实测数据，设计时可参考下表确定。表中控制风速，下列情况取下限：

控　制　风　速

有害物扩散情况	控制风速(m/s)	举　例
以轻微的速度扩散到相当平静的空气中	0.25～0.5	槽子液面蒸发；气体或烟从敞口容器中外逸
以较低的速度扩散到尚属平静的空气中	0.5～1.0	低速运输机，如检选皮带机等；间断的容器装料，如粉料装袋、装罐等；喷漆室的喷漆；焊接台焊接
以相当大的速度扩散出来，或是扩散到空气运动迅速的区域	1.0～2.5	破碎机；高速带运输(速度大于1 m/s)的转运点；快速粉料装桶、装车；压砖机压砖；冷落砂机；高压喷漆
以高速扩散出来，或者扩散到空气运动很迅速的区域	2.5～10	磨床；砂轮机；喷砂；清理滚筒；热落砂机

1. 室内气流很小或者对捕集有利。
2. 有害物毒性很低。
3. 间断性生产或产量低。

fengguan

【风管】 用于输送空气和空气混合物的各种风管的统称，它是通风(除尘或排毒)系统的一个重要组成部分。

风管布置 风管的布置关系到通风系统的总体布局以及与建筑、生产工艺的配合，设计时必须注意以下几点：

1. 风管的布置应力求简单、紧凑，少占用空间，并且不妨碍生产操作，便于安装和维修。尽量与建筑结构相配合，做到既实用又美观。

2. 通风系统的吸气点不宜过多，一般最好不超过5个，以利于各支管间的阻力平衡。当吸气点之间的距离不大或各并联支管间的阻力仍可平衡时，则吸气点的数量可适当增加。

3. 不同性质的排气，例如排除水蒸气的排气和除尘系统的排气不要合为一个系统，以防粉尘粘结，堵塞管道。

4. 为了防止粉尘在风管内沉积，除尘风管应尽量避免水平敷设，风管与水平面的夹角最好不小于55°。当风管必须水平敷设时，要保证足够的流速，并在风管上设置吹灰装置或清扫孔。清扫孔必须做到严密不漏风。

5. 除尘风管宜采用圆形截面，其最小直径一般不应小于100 mm，以防止风管积尘和堵塞。调节风量的阀门应采用斜插板阀。斜插板阀的安装应使阀板向上拉起时开启。以利于阀板上的积尘能顺利下落而被消除。

6. 风管的布置力求顺直，弯头、三通等管件要安排得当，风机的进、出口连接管要使气流顺畅，尽量避免产生涡流，以减少阻力。

7. 输送可燃气体或可燃粉尘的风管，为避免火灾和爆炸危险，设计时应采取有效的防火、防爆措施。输送有腐蚀性气体的风管，应采取防腐措施。

风管材料 风管材料应根据使用要求和就地取材的原则选用。

薄钢板是最常用的材料，有普通钢板和镀锌钢板两种。薄钢板的优点是易于工业化加工制作，安装方便，能耐受较高的温度。镀锌钢板具有一定的防腐性

能，适用于湿度较高的通风系统。除尘系统因管壁磨损大，通常采用厚度为 1.5～3.0 mm的钢板。在一般情况下，同一个除尘系统中直管和异形管的壁厚均采用同一规格。但输送高硬度和磨料粉尘时，如金刚砂、金属尘、氧化铝、水泥等，则异形管的壁厚应适当加厚，一般比直管加厚 1～2 mm。需要经常移动的风管，可用柔性材料制成各种软管，如塑料软管、金属软管或橡胶软管等。

以砖、混凝土等材料制作的风管，主要用于需要与建筑、结构配合的场合。它节省钢材，结合装饰，经久耐用，但阻力较大。

guanjian
【管件】 特指通风系统中的弯头、三通、变径管、风帽、排风罩等。

为减小空气流过风管的管件时引起的能量损失（局部阻力），在设计和制作管件时，应采取措施。下面介绍几种常见减小管件局部阻力的办法：

1. 三通　为了减小三通的局部阻力，分支管中心夹角应该取得小一些，一般不超过 30°。只有在安装条件限制或为了阻力平衡的情况下，才用较大的夹角，但在任何情况下，都不宜作成垂直的 T 形三通。

2. 弯头　实验证明，增大曲率半径可以使弯头内的涡流区缩小和旋转运动减弱。但是弯头的曲率半径也不宜太大，以免占用空间过大，一般取曲径半径等于弯头直径的 1～2 倍。在任何情况下，都不宜采用 90°的“「”形直角弯头。

3. 变径管（渐缩或渐扩管）　变径管的局部阻力是由于气流流经管件时，断面和流速发生变化，使气流脱离管壁，形成涡流区而造成的。实验证明，变径管中心角越大，涡流区越大，能量损失也越大。为了减小变径管的局部阻力，必须减小中心角，缓和流速分布的变化，使涡流区范围缩小。通常中心角不宜超过 45°。

jingya
【静压】 静压是单位体积流体所具有的势能，是流体在静止时所产生的压力，另一方面静压又表现为流体在流动时产生的垂直于流体运动方向的压力。静压与气体流动无关，它可以高于大气压力（正压），也可以低于大气压力（负压）。当风机为压入式（风管位于风机压出段）时，管道内气体的静压为正压，当风机为吸入式（风管位于风机吸入段）时，管道内气体的静压为负压。

dongya
【动压】 指单位体积流体所具有的动能。动压以流速的形式表现，仅作用于流体的流动方向，恒为正值。它与流速的关系为：

$$H_d = \frac{\rho v^2}{2} \quad \text{Pa} \tag{1}$$

式中　ρ——气体的密度，kg/m³；

v——风管内气体流速，m/s。

通过流速测定，可按上式计算出动压值；反之，测出气体的动压，可以计算出气体的流速。

quanya
【全压】 指单位体积流体所具有的总能量。在某一点上动压与静压之和即为该点的全压。在一封闭风管内若无气体流动时，气体仅受静压作用，动压为零，全压即等于静压；当风机为压入式时，管道内气体的静压为正压，动压为正压，两者之和为全压；当风机为吸入式时，管道内气体的静压为负压，而动压仍为正压，两者之和为全压，因此全压可能为正，也可能为负。

fengguan fengsu
【风管风速】 指气流通过风管断面的平均速度。风管内的空气流速对通风除尘系统的技术经济性有较大影响。流速高，风管断面小，材料消耗少，建造费用低，但易造成系统的阻力大，动力消耗增加，运行费用增加，对除尘系统，还会增加管道的磨损；流速低，阻力小，动力消耗少，但易造成风管断面大，材料和建造费用大，风管占用的空间也会增大，对除尘系统，流速过低还会使粉尘沉积堵塞风管。因此，必须通过全面的技术经济比较选定适当的流速（即经济流速）。根据经验，除尘风管内的空气流速可根据粉尘的性质参考表 1 确定。铸造车间工艺设备的除尘系统，其风管内的空气流速推荐采用表 2 中的数值。非含尘空气（或净化后空气）风管的流速可取 6～14 m/s。

表 1　除尘风管设计流速　m/s

风管	粉尘性质												
	煤粉	黏土和砂	水泥粉尘	干型砂	重矿物粉尘	轻矿物粉尘	钢和铁（尘末）	谷物粉尘	石棉粉尘	锯末和刨屑	麻（粉尘和杂质）	湿土（20%以下水分）	耐火材料粉尘
垂直	10	11	8～12	11	14	12	13	10	8～12	12	8	15	14
水平	12	13	18～22	13	16	14	15	12	16～22	14	12	18	17

表 2　铸造车间工艺设备除尘风管设计流速　m/s

工艺设备	流速	工艺设备	流　速
冲天炉	17.5	筛子	18.0
落砂机		混砂机	17.5
上部排风	17.5	砂轮机	17.5
下部排风	20.5	料仓	17.5
斗式提升机	17.5	喷砂、喷抛丸室	17.5～20.0

dangliang zhijing

【当量直径】 指矩形风管等效单位长度摩擦阻力的圆形风管直径。这是为了利用圆形风管的计算表或线解图,计算矩形风管的摩擦阻力而引入的一个概念。当量直径有流速当量直径和流量当量直径两种。利用当量直径求矩形风管的阻力时,要注意其对应关系:采用流速当量直径时,必须用矩形风管中的空气流速去查出阻力;采用流量当量直径时,必须用矩形风管中的空气流量去查出阻力。用两种方法求得的矩形风管单位长度摩擦阻力是相等的。

fengguan zhuli

【风管阻力】 指空气沿通风管道及设备流动时产生的压力损失。风管阻力有两种:一种是由于空气分子间及其与管壁间的摩擦而产生的能量损失,这种沿管长发生的能量损失称为摩擦阻力或沿程阻力;另一种是空气流经设备及风管中的管件(如三通、弯头、变径管、风帽等)时,在边界急剧改变的区域,由于涡流和速度的重新分布而产生的能量损失,这种发生在局部地点的能量损失称为局部阻力。对单一管路(串联管路),风管阻力等于全部摩擦阻力和局部阻力之和。对并联管路,风管阻力并不是把全部支管和干管(连接若干支管的合流或分流的主干风管)的摩擦阻力和局部阻力加在一起,而是等于阻力最大的某一环路的摩擦阻力和局部阻力之和。在设计风管时,应对各并联支路进行阻力平衡计算。

下面简要介绍摩擦阻力和局部阻力的计算方法。

1. 摩擦阻力

根据流体力学的原理,空气在圆形直管内流动时,单位长度的摩擦阻力(简称单位摩阻)可按下式计算:

$$R_m = \frac{\lambda}{d}\frac{\rho v^2}{2} \quad \text{Pa/m} \tag{1}$$

式中 λ——摩擦阻力系数;

d——风管内径,m;

ρ——空气的密度,kg/m^3。当空气压力为 1.013×10^5 Pa、温度为 20 ℃ 时,$\rho = 1.2\ kg/m^3$;

v——风管内空气流速,m/s。

风管摩擦阻力为:

$$R = R_m l \quad \text{Pa} \tag{2}$$

式中 l——风管长度,m。

R_m——单位长度摩擦阻力。

摩擦阻力系数与空气在风管内的流动状态和风管内壁的粗糙度有关。计算摩擦阻力系数的公式很多,美国、日本、德国的一些暖通手册和我国通用通风管道计算表中所采用的公式如下:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -\log\left(\frac{K}{3.71d} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}}\right) \tag{3}$$

式中 K——风管内壁粗糙度;

Re——雷诺数。

$$Re = \frac{vd}{\nu} \tag{4}$$

式中 v——风管内空气流速,m/s;

d——风管内径,m;

ν——运动黏性系数,m^2/s。

在实际应用中,为了避免繁琐的计算,可制成各种形式的计算表或线解图。我国于 1976 年编制的《全国通用通风管道计算表》是根据式(1)、(2)、(3)、(4)和下式计算得到的。

$$L = 3\,600\,\frac{\pi}{4}d^2 v \quad m^3/h \tag{5}$$

2. 局部阻力

局部阻力可按下式计算:

$$Z = \zeta\frac{\rho v^2}{2} \quad \text{Pa} \tag{6}$$

式中 ζ——局部阻力系数。

局部阻力系数通常都是通过实验确定的。实验时,先测出管件前后的全压差(即测得局部阻力 Z),再除以与速度 v 相应的动压 $\rho v^2/2$,即可求得局部阻力系数 ζ 值。各种管件的局部阻力系数可查通风设计手册或由专门资料确定。

xitong zuli

【系统阻力】 指系统最不利环路(即系统中气体阻力最大的环路)的摩擦阻力与局部阻力(包括排风罩阻力、除尘器或净化器阻力)之和。系统阻力是选择风机,确定系统动力消耗的依据。

系统阻力应包括出口动压损失,但由于通风设计手册中所给出的风帽阻力系数已把出口动压损失考虑在内,即把出口动压损失算到局部阻力中,所以计算系统阻力时,不再考虑出口动压损失。

zuli pingheng

【阻力平衡】 指并联管路所具有的一个特性,即通过计算并采取措施,使系统各并联管路在设计风量下的阻力差额率控制在允许范围内。

并联管路各支管的阻力总是相等的。如果并联各支管的阻力不相等,在实际运行时,阻力小的支管将通过超过原来预定的风量,而阻力大的支管则达不到原来要求的风量。这样一直变化到阻力平衡为止。风量大的,随着风量增大阻力增加;风量小的,随着风量减少阻力降低,最后达到新的平衡。其结果是使并联各支管的风量重新分配。所以,在并联管路中,要使风量按预定数量分配在各支管上,就得在设计时使各支管的阻力平衡,也就是使各支管的阻力相等。但在设计中要各支管的阻力完全平衡是不可能的。系统中的支管越多,越难平衡。对除尘系统,要求在各分支节点上各支管间的阻力不平衡率(阻力差额率)不超过 10%,

其他的通风系统,要求不超过15%。

调节支管阻力的方法有两种:

1. 在支管上设置调节阀,通过阀门来调节支管阻力。采用这种方法虽然可以减少设计工作量,但随之而来的是大量的现场调试工作,系统中的支管越多,工作量也越大。对于处理纤维性、爆炸性粉尘的系统,则不宜采用此法。

2. 改变支管管径。调节后的支管管径可按下式计算:

$$d'_2 = d_2\left(\frac{H_2}{H_1}\right)^{0.225} \quad \text{mm}$$

式中 d'_2——调整后支管的管径,mm;

d_2——调整前支管的管径,mm;

H_2——调整前支管的阻力,Pa;

H_1——干管的阻力,Pa。

tongfeng guandao jisuan fangfa

【通风管道计算方法】 计算通风管道的方法主要有流速控制法、压损平均法和静压复得法三种。

1. 流速控制法

流速控制法又称比阻力法。该方法以选定的管内空气流速作为控制因素,根据已知风量、风管长度和选定的流速,算出各管段的直径和系统阻力。

2. 压损平均法

压损平均法又称当量阻力法。该方法的计算步骤是:将已知风机的风压按干管长度平均分配给各部分,再根据各部分的风量和分配到的风压计算风管的直径和流速。该方法适用于风机风压已定,以及进行并联支路阻力平衡的场合。

3. 静压复得法

静压复得法是根据用风管节点处产生的复得静压来克服下一段风管阻力的原则来计算风管直径的。该方法适用于分支较多的大型系统和高速系统。

目前,在通风除尘工程中,用得最多的还是流速控制法。

fengji

【风机】 一种将机械能转变为气体的势能和动能,用于输送空气及其混合物的动力机械。通风机是通风除尘(排毒)系统的一个重要设备,它的作用是输送气体及其混合物,为系统提供所需的风量,并克服气体及其混合物在系统中流动时产生的阻力。

常用的风机有离心式和轴流式两种。一般情况下,离心式通风机适用于所需风量较小、系统阻力较大的场合,而轴流式通风机则常用于所需风量较大、系统阻力较小的场合。通风除尘(排毒净化)系统阻力较大,故大多采用离心式通风机。

风机结构原理 离心式通风机主要是由叶轮(叶轮上装有一系列叶片)、机壳、吸气口、排气口以及机轴、机座(支架)等部件所组成。当叶轮在电动机驱动下随机轴一起旋转时,叶轮周围的空气被扰动,叶片间的空气在离心力作用下,以一定速度从叶道(叶片间的通道)甩出并汇集到蜗壳形机壳内,空气速度逐渐变慢,压力逐渐增高,最后以一定压力从排气口排出。叶片四周的空气被排出后,机壳中心形成真空,吸气口外面的空气在大气压力作用下被吸入机壳内,以补充排出的空气。于是,叶轮不断转动,空气就不断地被压出和吸入,并通过风管输送到所需要的地点。这就是风机连续不断抽送空气的原理。

风机分类 离心式通风机按其产生的风压不同,可分为三类:

1. 低压风机。风压 $H \leq 1\ 000$ Pa,一般用于送、排风系统或空调系统。

2. 中压风机。风压在$1\ 000$ Pa $< H \leq 3\ 000$ Pa范围内,一般用于除尘系统或管路较长、阻力较大的通风系统。

3. 高压风机。风压 $H > 3\ 000$ Pa,用于锻造炉、加热炉的鼓风,物料气力输送系统或阻力大的除尘系统。

常用的中、低压离心式通风机有 4—72 型和 6—46 型;高压离心式通风机有 9—19 型和 9—26 型。

离心式通风机的风压 H 一般小于15 kPa。若风压在15 kPa $< H \leq 300$ kPa,这种风机称为鼓风机;若风压在$H > 300$ kPa,则称为压气机。

离心式通风机按其输送气体的性质不同,又可分为:一般通风机、排尘通风机、锅炉引风机、耐腐蚀通风机和防爆通风机。

风机并联与串联 当系统要求的风量很大时,一台离心式风机的风量不能满足要求,可以在系统中并联设置两台或多台风机。并联后的风机特性曲线,可以在风压相同的条件下将风量叠加得到。然而在实际系统中,两台并联风机工作的总风量并不是单台风机工作时风量的2倍。风机并联使用所得的效果只有在阻力系数低的系统中才有利。所以,在一般情况下应尽量避免采用两台或多台风机并联工作。如确实需要并联时,应使用性能相同的风机。

当系统要求的风压很高,一台离心式风机的风压不能满足要求时,可以在系统中串联设置两台或多台风机,即将一台风机的出口接到另一台风机的进口(中间通常以适当长度的风管相连)。串联后的风机特性曲线,可以在风量相同的条件下将风压叠加而得。两台性能相同的风机串联后的风压比单独使用一台风机时的风压大,但不是成倍增加。系统阻力系数大时,风压增加较多;反之,增加较少。性能不同的风机串联使用时,只有在阻力系数大的系统中才是有利的。基于上述原因,如无特殊情况,应尽量避免把两台或多台风机串联

起来使用,如确实需要,最好使用性能相同的风机。

风机故障及消除 离心式风机在系统工作中常发生某些故障,如性能故障、机械故障、轴承故障等。对于这些故障,应及时分析原因,加以消除,以确保风机正常运行。下表列出了离心式通风机在系统工作中的主要故障以及产生的原因和消除的方法。

通风机故障原因及消除方法

故障	原因	消除方法
风机转数符合,但风量、风压不足	1. 风机旋转方向相反 2. 风管漏风 3. 系统阻力过大或局部堵塞 4. 风机轴与叶轮松动 5. 传动带太松	1. 改变转向,即变换电动机电源接法 2. 堵塞漏风处 3. 核算阻力、清除杂物 4. 检修、紧固 5. 拉紧带
风机转数符合,但风量过大	1. 选择不当 2. 系统阻力小	1. 减少转速 2. 调节阀门,增加阻力
风机轴承及电动机发热	1. 轴承缺少润滑油 2. 滚珠损坏 3. 轴承安装不平 4. 风量过大 5. 风机壳底积灰或积水 6. 电动机受潮	1. 加注润滑油 2. 更换滚珠 3. 用水平仪校正 4. 调整调节阀 5. 清除与排放 6. 烘烤电动机
风机振动过大	1. 风机叶轮平衡不好 2. 安装不稳固 3. 轴承装置不良 4. 通风机和电动机的带轮不在同一直线上 5. 风机叶轮粘上泥浆	1. 检查校正 2. 紧固地脚螺栓 3. 校正轴承装置 4. 检查校正 5. 清洗风机叶轮
风机噪声异常	1. 调节阀安装松动 2. 无防振措施	1. 将调节阀安装稳固 2. 根据需要加设防振装置
系统使用日久而使风量减少	1. 风机叶轮或外壳损坏 2. 风机叶轮表面积灰 3. 系统内加热器积灰 4. 风管内有污垢或积灰 5. 除尘器阻力过大	1. 更换叶轮或外壳 2. 定期清洗叶轮 3. 定期清洗积灰 4. 清扫管道 5. 干式除尘器加强清灰,湿式除尘器调整水位

fengji xingneng canshu

【风机性能参数】 表示离心式风机性能的主要参数有:

1. 风量 L

通风机在单位时间内所输送的气体体积称为风量,又称流量。其单位是 m^3/h 或 m^3/s。

通风机的风量一般用实验方法测得。在同一转数下,可以通过改变风机进(出)口阀门开度来调节。

2. 风压 H

通风机出口空气全压与进口空气全压之差(或绝对值之和)称为风机的风压,也就是空气进入风机后所升高的压力。其单位用 Pa 或 kPa 表示。

通风机的风压通常用实验方法测定。在同一转数下,当用风机进(出)口阀门调节风量时,风压就随之发生变化。

3. 功率 N

用通风机输送空气时,空气从通风机获得能量,而通风机本身则需要消耗外部能量才能运转。通风机在单位时间内传递给空气的能量称为通风机的有效功率,可按下式确定:

$$N_e = \frac{HL}{3\,600} \quad \text{W} \tag{1}$$

式中 H——通风机产生的风压,Pa;

L——通风机产生的风量,m^3/h。

实际上,由于风机运转时轴承内部有摩擦损失,加上空气在风机中有涡流、撞击和流动损失,因此消耗在

通风机轴上的功率（轴功率）N 要大于有效功率 N_e。轴功率 N 与有效功率 N_e 之间的关系如下：

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{HL}{3\ 600\eta} \qquad \text{W} \tag{2}$$

式中 η——通风机效率，%。

4. 效率 η

通风机的效率是有效功率与轴功率之比，即：

$$\eta = \frac{N_e}{N} = \frac{HL}{3\ 600N} \times 100\% \tag{3}$$

通风机的效率反映了通风机工作的经济性。当用实验方法测得通风机的风压、风量和轴功率后，按式(3)即可算出风机的效率。后向式叶片风机的效率一般在80% ~90%之间，前向式叶片风机（老产品）的效率在60% ~65%之间。目前，北京风机厂等厂家生产的9—19型和9—26型高压（前向式叶片）离心风机，其效率已达到61% ~81.5%。

5. 转速 n

转速是指风机叶轮每分钟旋转的次数，单位为r/min，其值可用转速表直接测得。小型风机往往与电动机直接连接，转速一般比较高；大型风机的转速较低，通常用带传动方式与电动机连接。风机与电动机的转速之比，同风机与电动机的带轮直径之比成反比，即

$$\frac{n_f}{n_d} = \frac{D_d}{D_f} \tag{4}$$

式中 n_f、n_d——分别为风机和电动机的转速，r/min；

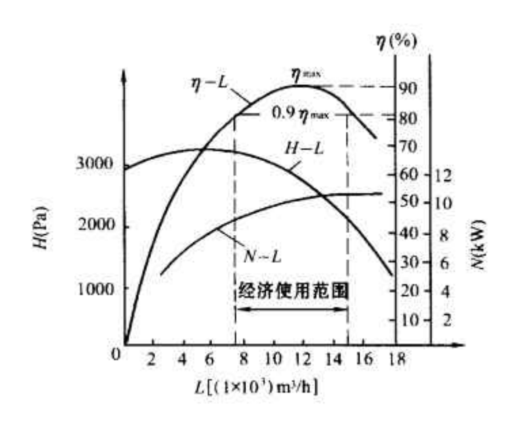
D_f、D_d——分别为风机和电动机带轮直径，mm。

6. 噪声

噪声的单位是dB，可以用声级计测量。《工业企业噪声卫生标准》规定：工业企业的生产车间和作业场所的工作地点噪声标准为85dB(A)。风机的噪声包括机械噪声和空气动力噪声两种，噪声的大小与风机的转速和叶轮的直径有关。转速或叶轮直径增大，噪声也随之增大。另外，风机的叶片形式，风机各部件的加工精度、装配质量，以及风机与电机的连接方式对风机的噪声也有很大影响。

fengji texing quxian

【风机特性曲线】 用以表示通风机的主要性能参数（如风量 L、风压 H、功率 N 及效率 η）之间关系的曲线称为风机特性曲线或风机性能曲线。为了使用方便，将 H—L 曲线、N—L 曲线、η—L 曲线画在同一图上。下图为4—72 №5型离心式通风机在转速2 900 r/min时的特性曲线。



4—72№5 型离心式通风机特性曲线

在通风除尘系统工作的风机，即使在转速相同时，在不同阻力的系统中它所输送的风量也可能不相同。系统的阻力小时，要求风机的风压低，输送的风量就大；反之，系统阻力大，要求的风压高，输送的风量就小。因此，用一种工况下的风量和风压，来评定风机的性能是不够的。例如，风压为1 000 Pa时，4—72№5型风机可输送风量18 000 m³/h；但当风压增到3 000 Pa时，输送的风量就只有1 000 m³/h。为了全面评定风机的性能，就必须了解在各种工况下风机的风压和风量，以及功率、效率与风量的关系，这就是为什么要通过风机性能试验作出风机特性曲线的原因所在。

通风机制造工厂对生产的风机，根据实验预先做出其特性曲线，以供用户选择风机时参考。有些风机产品样本，不但列出特性曲线图，而是还提供性能表格。下表列出了4—72型离心式通风机的部分性能数据。

从特性曲线图可以看出，在一定转速下，风机的效率随着风量的改变而变化，但其中必有一个最高效率点 η_{max}。相应于最高效率下的风量、风压和轴功率称为风机的最佳工况，在选择风机时，应使其实际运转效率不低于0.9 η_{max}。此范围称为风机的经济使用范围。下表中列出的8个性能点（工况点），均在风机的经济使用范围内。

4—72型离心式通风机性能表（摘录）

№4A

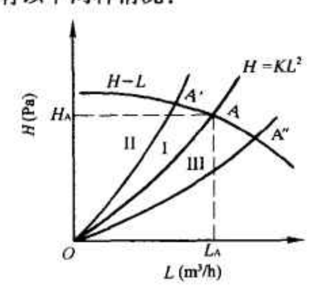
转速 (r/min)	性能点	风压 (Pa)	风量 (m³/h)	效率 (%)	轴功率 (kW)	电动机功率 (kW)
2 900	1	2 000	4 020	85.2	2.62	5.5
	2	1 960	4 510	87.7	2.80	
	3	1 901	4 990	87.9	3.00	
	4	1 813	5 480	87.6	3.15	
	5	1 705	5 970	85.7	3.30	
	6	1 597	6 450	84.2	3.40	
	7	1 480	6 940	81.0	3.45	
	8	1 313	7 420	78.5	3.45	

续表

№5A						
转速(r/min)	性能点	风压(Pa)	风量(m^3/h)	效率(%)	轴功率(kW)	电动机功率(kW)
2 900	1	3 175	7 950	82.4	8.52	13
	2	3 128	8 910	86.0	8.90	
	3	3 067	9 880	89.5	9.42	
	4	2 969	10 850	91.0	9.90	
	5	2 842	11 830	91.0	10.2	
	6	2 626	12 780	88.5	10.5	
	7	2 411	13 750	86.5	10.7	
	8	2 195	14 720	82.4	10.9	
1 450	1	794	3 970	82.4	1.06	2.2
	2	774	4 460	86.0	1.11	
	3	764	4 940	89.5	1.18	
	4	745	5 420	91.0	1.23	
	5	706	5 300	91.0	1.29	
	6	647	6 390	88.5	1.31	
	7	598	6 870	86.5	1.34	
	8	549	7 350	82.4	1.36	

fengji shiji gongzuodian

【风机实际工作点】 风机特性曲线与系统特性曲线的交点。下图中 $H—L$ 曲线为风机风压—风量特性曲线，曲线Ⅰ为系统（管道）特性曲线（根据系统特性方程 $H=KL^2$ 绘制，式中 H 为系统的阻力；K 为系统的阻力系数；L 为系统的风量）。交点 A 既是风机的实际工作点，又是系统的实际工作点，相应于该点的 L_A 为风机的实际风量，H_A 为风机的实际风压。当系统的阻力发生变化时，风机实际工作点的位置也随之变化移动。有以下两种情况：



风机在系统中的实际工作点

1. 当系统中的阀门关小或因系统中加装了部件、设备而使系统阻力系数增大时，系统特性曲线变陡（从曲线Ⅰ变为曲线Ⅱ），风机的实际工作点由 A 移到 A'。这时风机的风量减小，风压增加。

2. 当系统中的阀门开大或因系统中的部件、设备减少而使系统的阻力系数减小时，系统的特性曲线变平坦（从曲线Ⅰ变为曲线Ⅲ），风机的实际工作点由 A 移至 A''。此时风机的风量增大，风压降低。

由此可见，同一台风机在不同阻力的系统中工作时，它所提供的风量和风压是不一样的。由于不同风量和风压下所对应的效率不等，所以要求风机的实际工作点最好位于经济使用范围内。

fengji xuanze

【风机选择】 正确选择风机，是保证通风系统正常、经济运行的一个重要条件。所谓正确选择风机，主要是指根据被输送气体的性质和用途选择不同用途的风机；选择的风机要满足系统所需要的风量，同时风机的风压要能克服系统的阻力，而且在效率最高或经济使用范围内工作。具体选择方法和步骤如下：

1. 根据被输送气体的性质，选用不同用途的风机。例如，输送清洁空气，或含尘气体流经风机时已经过净化，含尘浓度不超过150 mg/m^3时，可选择一般通风换气用的风机；输送腐蚀性气体，要选用防腐风机；输送易燃、易爆气体或含尘气体时，要选用防爆风机或排尘风机。但在选择具体的风机型号和规格时，还必须根据某种类型风机产品样本上的性能表或特性曲线图才能确定。

2. 考虑到管道系统可能漏风，有些阻力计算不大准确，为了使风机运行可靠，选用风机的风量和风压应大于通风除尘系统的计算风量和风压，即

风量： $$L' = K_L L \tag{1}$$

风压： $$H' = K_H H \tag{2}$$

式中 L'、H'——选择风机用的风量、风压；

L、H——通风除尘系统的计算风量、风压；

K_L——风量附加系数，除尘系统 $K_L=1.1\sim1.15$；

K_H——风压附加系数，除尘系统 $K_H=1.15\sim1.2$。

3. 根据选用风机的风量 L'、风压 H'，在风机产品样本上选定风机的类型，确定风机的机号、转速和电动机功率。为了便于接管和安装，还要选择合适的风机出口位置和传动方式。所选择风机的工作点应在经济范围内，最好处于最高效率点的右侧。

4. 风机样本上给出的是风机在标准状态（大气压力为 1.013×10^5 Pa、温度为20 ℃、相对湿度为 50%）下的性能参数，如实际运行状态不是标准状态，风机实际的性能就会变化（风量除外）。因此，选择风机时应把实际运行状态下的参数换算为标准状态下的参数，换算的关系如下：

$$H_b = H'\frac{\rho_b}{\rho} = H'\left(\frac{p_b}{p}\right)\left(\frac{273+t}{273+t_b}\right) \quad \text{Pa} \tag{3}$$

$$N_b = N'\frac{\rho_b}{\rho} = N'\left(\frac{p_b}{p}\right)\left(\frac{273+t}{273+t_b}\right) \quad \text{kW} \tag{4}$$

式中 H_b、N_b、ρ_b、p_b、t_b——风机在标准状态（或规定状态）下的风压、功率、空气密度、气体压力和温度，即风机样本上所列的数据；

H'、N'、ρ、p、t——风机在使用工况下的风压、功率、空气密度、气体压力和温度。

在风机样本上，有的锅炉引风机的性能参数是按气体温度为200 ℃或240 ℃得出的，在换算时应将式(3)、(4)中的 t_b 用200 ℃或240 ℃代入。

5. 除非选择任何一台风机都不能满足要求，或在使用时要求风机的风压和风量有大幅度变动，否则应尽量避免把两台或数台风机并联或串联使用。因两台或数台风机联合工作时，每台风机所起的作用都要比其单独使用时差。

6. 近年来由于我国对风机的结构不断改进，使风机的效率不断提高，噪声不断降低，一些新型风机正在逐步取代一些老风机。为了节约能源和减小噪声危害，在满足所需风量和风压的前提下，应尽可能选用效率高、噪声低的新型风机。例如，选用新型的9—19 型和9—26 型风机，而不要选用被淘汰的8—18 型和9—27 型风机。

yali liusu he fengliang ceding

【压力、流速和风量测定】 风管内气体的压力（全压、静压、动压）是通风除尘系统中的基本参数，根据所测得的全压（或静压）可以计算排风罩、风管和除尘器的阻力；而风管内气体的动压是计算气体流速、风量的最常用的和最基本的参数。在通风除尘系统中，常用测压管配用压力计测定风管内的压力。即通过插入风管内的测压管将压力信号取出，在压力计上进行读数，然后根据测得的数据计算风管内气体的流速和风量。

测压管 常用的测压管有L形皮托管和S形皮托管两种，用铜或不锈钢制成。L形皮托管由内、外两根套管组成。内套管管端沿轴线方向有一小孔，经内管与皮托管另一端写有“全”字的接头连通，用来测量气流的全压；在外套管的壁面上，离顶端约 $8d$（d 为皮托管直径）处开有若干小孔，经内外两管之间的环形通道与皮托管上写有“静”字的接头相通，用来测量气体的静压。全压与静压之差即为气流的动压。用L形皮托管测量风管内气体的压力时，它的头部应迎向气流，轴线应与风管轴线平行，否则将会造成较大的测量误差。在粉尘浓度较大的风管中，可使用孔口面积较大的S形皮托管。它有两个背对背的测孔，测定时一个测孔面对气流，测量全压；另一个背向气流，测量静压。因S形皮托管有方向性，故使用时应将测孔标有“↥”符号的测孔迎向气流（测全压）。这种皮托管所测得的压力并不能反映气流的实际压力，存在较大误差，因此必须在风洞内用标准皮托管进行校正，求得其校正系数。

压力计 在通风除尘系统中，一般都采用倾斜式微压计测量压力。在靠近风机前后，有时压力超过它的量程，则可换用U形压力计。测定全压或静压时，U形压力计的一端通大气，另一端用橡皮管与皮托管的全压或静压接头相连。用倾斜式微压计测定时，将微压计的容器与测定系统中压力较高的一端相连，而将微压计的倾斜管与系统中压力较低的一端相通。

测定断面选择 在测定风管内压力时，除了正确使用测压仪器外，还要合理选择测定断面，以减小气流扰动对测定结果的影响。测定断面应选在气流扰动较小的直管上，尽量远离三通、弯头、调节阀门等管件。如不可避免地要在上述部件附近测定，最好选在这些管件的上气流侧，并距这些管件的距离不小于风管直径。

测点布置 气流速度在风管断面上的分布是不均匀的，在一般情况下，风管的中心速度最大，越靠近管壁速度越小。而在工程上需要的常是管内的平均流速，因此必须在选定的测定断面上确定测点，通过测定各测点的动压（或流速），求出断面的平均流速。测点布置可参考工业通风教材或通风设计手册。

流速和风量计算 按上述方法测得断面上各测点的动压值后，即可按下式求出平均动压 H_d 和平均流速 v：

$$H_d=\left(\frac{\sqrt{H_{d1}}+\sqrt{H_{d2}}+\cdots+\sqrt{H_{dn}}}{n}\right)^2 \quad \text{Pa} \qquad (1)$$

式中 H_{d1}、H_{d2}、…、H_{dn}——各测点上的动压值，Pa；

n——测点数。

$$v=\sqrt{\frac{2H_d}{\rho}} \quad \text{m/s} \qquad (2)$$

式中 H_d——测定断面上的平均动压，Pa；

ρ——气体的密度，kg/m³。

通过测定和计算求出测定断面上的平均流速后，便可按下式算出通过风管的风量：

$$L=3\,600Fv \quad \text{m}^3/\text{h} \qquad (3)$$

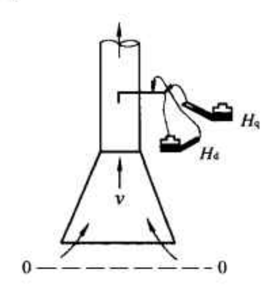
式中 F——所测风管的断面积，m²；

v——平均流速，m/s。

paifengzhao xingneng ceding

【排风罩性能测定】 排风罩性能测定主要是阻力和排风量的测定。测定的目的是为了评价排风罩在动力消耗方面的经济性，即是否可以用较小的排风量、较小的能量损失达到较好的捕集和控制效果，为今后改进排风罩的结构形式、安装方式和设置位置等提供必要的数据。

排风罩阻力测定 排风罩的阻力可以通过测定排风罩连接管内的平均全压求得。测定方法如下图所示。因为排风罩的罩口处于大气中，可以认为在罩外0—0截面处静压为零，流速也接近零，故其动压和全压均接近于零。



排风罩阻力和排风量测定

排风罩阻力等于吸尘罩进出口全压差，即

$$H = 0 - H_q = -H_q \quad \text{Pa} \tag{1}$$

式中 H_q——在排风罩连接管处测得的平均全压，Pa。

排风罩的阻力与通过它的流量以及排风罩的结构有关，对结构一定的排风罩，其阻力仅与通过它的流量有关。为了便于与同类型排风罩的阻力比较，常用局部阻力系数ζ来表示排风罩的压力损失情况，计算公式如下：

$$\zeta = \frac{H}{H_d} \tag{2}$$

式中 H——排风罩阻力，Pa；

H_d——在排风罩连接管处测得的平均动压，Pa。

排风罩排风量测定 用风速计测出罩口的平均风速后，即可按下式计算排风罩的排风量：

$$L = 3\,600 v f_1 \quad \text{m}^3/\text{h} \tag{3}$$

式中 v——罩口平均风速，m/s；

f_1——罩口面积，m^2。

罩口风速的测定方法视具体情况而定。当罩口面积很大时，可将其分成若干个相等面积的小块，用翼形或杯形风速计、热球风速计等分别测出各小块上的风速，然后相加并平均，即为罩口平均风速。当罩口面积不很大时，可用自动记录式风速计沿整个断面徐徐移动，测得结果可以认为是罩口平均风速。

当罩口风速难以测定时，可以通过测定排风罩连接管处的风量来代替罩口的排风量。常用的测定方法有动压法和静压法两种。动压法就是通过测定排风罩连接管内的平均动压，按下式计算排风量：

$$L = 3\,600 f_2 \sqrt{\frac{2H_d}{\rho}} \quad \text{m}^3/\text{h} \tag{4}$$

式中 f_2——排风罩连接管的断面积，m^2；

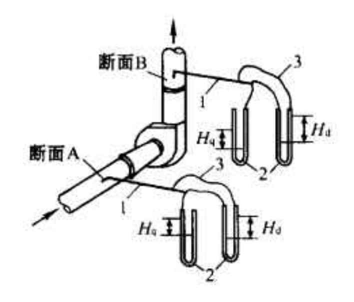
H_d——在排风罩连接管处测得的平均动压，Pa；

ρ——空气的密度，kg/m^3。

fengji xingneng ceding

【风机性能测定】 虽然通风除尘（排毒净化）系统所用的风机是根据系统所需的风量和系统阻力来选择的，但风机在实际运行中往往达不到风机铭牌上规定的性能参数。为了了解风机在系统中的实际运行情况，检验风机的性能是否符合设计要求，需要在现场进行风机性能测定，其中主要是测定风机的风压和风量。

测定时，可在风机前后各选择一个测定断面A和B（见下图）。测定断面应选择在直管段上，离风机进出口（2～3）d（d为风管直径）处，使测定断面上的气流较为稳定。在A、B两断面上用皮托管和压力计分别测出风机进口的平均全压H_{qA}和平均动压H_{dA}，风机出口的平均全压H_{qB}和平均动压H_{dB}然后按下式计算风机的风压和风量：



风机风压和风量测定图

1—皮托管 2—压力计 3—橡皮管

1. 风机的风压

风机所产生的风压（如用全压表示）为风机进出口的平均全压差，即：

$$H_f = H_{qB} - H_{qA} \quad \text{Pa} \tag{1}$$

2. 风机的风量

$$L_A = 3\,600 F_A v_A \quad \text{m}^3/\text{h} \tag{2}$$

$$L_B = 3\,600 F_B v_B \quad \text{m}^3/\text{h} \tag{3}$$

式中 L_A、L_B——通过断面A、B的风量，m^3/h；

F_A、F_B——断面A、B的面积，m^2；

v_A、v_B——在断面A、B上的平均风速（由平均动压计算），m/s。

风机的风量为：

$$L = \frac{L_A + L_B}{2} \quad \text{m}^3/\text{h}$$

kongqi tiaojie

【空气调节】 指使房间或封闭空间的空气温度、湿度、洁净度和气流速度等参数，达到给定要求的技术，简称空调。

空调的任务 我国幅员辽阔，东起东经135°，西至东经74°，南起北纬3°，北至北纬54°，面积近1 000万

平方公里。全国最热的地方最高温度在45 ℃以上，夏季常见高温达38 ℃。全国最冷的地方最低温度在-42 ℃以下，冬季常见低温为-35 ℃。各地自然环境、气象条件差异之大，我国在全世界是首屈一指的。

盛夏的酷暑和隆冬的严寒，会给工农业生产和人民生活带来不便。特别是有些特殊疾病的治疗过程，要求保持严格的室内气候环境，否则会受到很大影响。

空调的任务就是在任何自然环境下，将室内空气维持一定的温度、湿度、气流速度以及一定的洁净程度。这也是所有空调系统的一般要求。所要求数值的大小和允许波动的范围，则视各种工业建筑和民用建筑的类别和性质而有所不同。

例如，纺织工业、印刷工业、钟表工业、胶片工业、食品工业、卷烟工业、粮食仓库、农业温室等部门，都不能缺少空调系统。公共建筑如展览馆、影剧院、博物馆、医院、宾馆、餐厅、商场等，都必须具备上述四项要求的全面的空调系统。再如，电子工业、仪表工业、精密机械工业、计量室、检验室、计算机房等，都要求除了上述四项要求外，同时还规定温度、湿度的上下波动幅度，规定气流速度不得大于或小于一定范围，并规定室内含尘浓度不得超过某个数值，即洁净度。尤其是制药工业和医院的手术室，还规定空气中所含细菌数的最大限度。

空调的作用 空调技术在我国四化建设和人民生活中的作用越来越大，概括起来，主要有下述几点：

1. 造成合适的室内气候，以利于工业生产和科学研究。保证各种需要特定生产气候的工业产品得以顺利地进行生产，保证各项需要特定环境的科学实验得以理想进行。

2. 创造舒适环境，以利于人们工作、学习和休息，增进人们的健康。

3. 形成适应特殊医疗的气候条件，以利于病员有效医治，使一些需要特定气候环境的手术和治疗得以安全进行，保证病员早日恢复健康。

4. 保持适宜的室内气候，以利于特殊建筑物抵抗自然侵蚀，使建筑物免受干裂、潮损、虫蚀等各种侵袭，使其寿命得以延长。

5. 为妥善保存珍贵物品、博物馆藏、图书馆藏等创造条件，保护它们不受霉潮的侵害，以期长期保存。

kongtiao fangjian leng(re)shi fuhe

【空调房间冷(热)、湿负荷】 空调房间冷(热)、湿负荷是确定空调系统送风量及空调设备容量的基本依据。

在室内外热、湿的作用下，某时刻进入一个恒温恒湿房间内的总热量和湿量称为在该时刻的得热量和得湿量。当得热量为负值时称为耗热量。概括地说，在某一时刻为保持房间恒温恒湿需向房间供应的冷量称为冷负荷；相反，为补偿房间失热而需向房间供应的热量称为热负荷；为维持室内相对湿度恒定所需要除去的湿量称为湿负荷。

得热量通常包括以下几方面：

1. 由于太阳辐射进入的热量和室内外空气温差经围护结构传入的热量；

2. 各种工艺设备、电气设备及照明散入房间的热量；

3. 人体散热量。

得湿量主要为人体散湿量、工艺过程和工艺设备散出的湿量。

室内冷(热)、湿负荷的计算以室外气象参数和室内要求维持的气象条件为依据。

kongqi tiaojie xitong

【空气调节系统】 指以空气调节为目的而对空气进行处理、输送、分配，并控制其参数的所有设备、管道及附件、仪器仪表的综合。根据需要，它能组成许多不同形式的系统。在工程上应考虑建筑物的用途和性质、热湿负荷特点、温湿度调节和控制要求、空调机房的面积和位置、初投资和运行维修费用等许多方面的因素，选定合理的空调系统。常用的空调系统有以下分类。

1. 按空气处理设备的设置情况分类：

(1)集中系统 集中系统的所有空气处理设备(包括风机、冷却器、加湿器、过滤器等)都设在一个集中的空调机房内。

(2)半集中系统 除了集中空调机房外，半集中系统还设有分散在空调房间内的二次设备(又称末端装置)，其中多半设有冷热交换装置(亦称二次盘管)，它的功能主要是在空气进入空调房间之前，对来自集中处理设备的空气作进一步补充处理。例如，诱导空调系统(以诱导器作为末端装置的空调系统)就属于半集中系统。

(3)全分散系统(局部机组) 这种机组把冷、热源和空气处理、输送设备(风机)集中设置在一个箱体内，形成一个紧凑的空调系统。因此，局部机组不需要集中的机房，可以按照需要，灵活而分散地设置在空调房间内。

2. 按负担室内负荷所用的介质种类分类：

(1)全空气系统 是指空调房间的室内负荷全部由经过处理的空气来负担的空调系统。在室内热湿负荷为正值的场合，用低于室内空气焓值的空气送入房间，吸收余热余湿后排出房间。低速集中式空调系统、双管高速空调系统(将经过集中加热和集中冷却处理的两种状态的空气，分别由两条独立风管，送到各末端装置，经混合后送入空调房间的空调系统)均属这一类型。由于空气的比热较小，需要用较多的空气量才

能达到消除余热和余湿的目的,因此要求有较大断面的风道或较高的风速。

(2)全水系统　空调房间的热湿负荷全靠水作为冷热介质来负担。由于水的比热比空气大得多,所以在相同条件下只需较小的水量,从而使管道所占的空间减小许多。但是,仅靠水来消除余热余湿,并不能解决房间的通风换气问题。因而通常不单独采用这种方法。

(3)空气—水系统　随着空调装置的日益广泛使用,大型建筑物设置空调的场合越来越多,全靠空气来负担热湿负荷,将占用较多的建筑空间,因此可以同时使用空气和水来负担空调的室内负荷。诱导空调系统和带新风的风机盘管系统(以风机盘管机组作为各房间的末端装置,同时用集中处理的新风系统满足各房间新风需要量的空气—水系统)就属于这种型式。

(4)冷剂系统　这种系统是将制冷系统的蒸发器直接放在室内来吸收余热余湿。这种方式通常用于分散安装的局部空调机组,但因冷剂管道不便于长距离输送,因此,这种系统不宜作为集中式空调系统来使用。

3. 根据集中式空调系统处理的空气分类:

(1)封闭式系统　它所处理的空气全部来自空调房间,而不补给新鲜空气。空调房间与空气处理设备之间形成一个封闭系统。这种系统由于没有室外空气补充,故运行费用最经济,但卫生效果最差。因此,该系统只适用于工艺设备上,或者用于密封空间无法或无需应用室外空气的场合,如某些仓库以及战时的地下蔽护所等。

(2)直流式系统　房间所送入的空气全部来自室外,室外空气经过处理设备处理至所需要的温湿度和洁净度,然后由风机送入室内,在室内吸收了余热、余湿后全部排至室外。这种系统的设备投资和运行费用较大,只用于不允许重复使用室内空气的场合,如放射性实验室以及散发大量有害物的车间等。

(3)混合式(回风式)系统　从上述二种系统可见,封闭式系统不能满足卫生要求,直流式系统在经济上不合理,所以两者都在特定情况下使用,对于绝大多数场合,往往需要综合两者的利弊,采用混合一部分回风的系统。这种系统既能满足卫生要求,又经济合理,故应用最广。

kongtiao fangjian songfengliang

【空调房间送风量】　空调工程中,利用送风和排风状态的差异带走室内余热和余湿,以维持空调房间所要求的空气参数。夏季通常余热量为正,需要送比室内冷一点的空气,以带走室内多余的热量;而冬季余热量为负值,要送比房间热一点的空气,以补充房间热量的不足。

通过空调房间的热、湿平衡计算,可以确定房间的送风量。

根据总热平衡有:

$$G(i_n - i_j) = Q$$

则

$$G = \frac{Q}{i_n - i_j} \quad \text{kg/h} \tag{1}$$

式中　G——空调房间送风量,kg/h;

i_n——室内空气(即排气)的焓,kJ/kg;

i_j——送风的焓,kJ/kg;

Q——按总热量计算的余热量,kJ/h。

根据湿平衡有:

$$G = \frac{1\,000W}{d_n - d_j} \quad \text{kg/h} \tag{2}$$

式中　d_n——室内空气含湿量,g/kg;

d_j——送风含湿量,g/kg。

要同时消除余热和余湿,送风量 G 必须同时满足式(1)和式(2)两个公式,即:

$$\frac{1\,000W}{d_n - d_j} = \frac{Q}{i_n - i_j} \tag{3}$$

xinfengliang

【新风量】　指为满足卫生等方面的要求而向各空调房间供应经过集中处理的新鲜空气量。在处理空气时,大多数场合要利用相当一部分回风,所以,在夏、冬季节混入的回风量越多,使用的新风量越少,就越经济。但实际上,不能无限制地减少新风量。新风量必须满足三个要求:卫生方面的要求、补偿空调房间局部排风量的要求、保持空调房间正压的要求。所以新风量的数值要根据上面三个要求所计算得到的新风量的三个数值中,取其中大的数值。一般规定,空调系统中的新风量占送风量的百分数不应低于10%。

bianfengliang kongtiao xitong

【变风量空调系统】　指为了保持送风温度恒定,靠改变送风量控制室内空气参数的空调系统。

普通集中式空调系统的送风量是全年固定不变的,并且按房间最大热湿负荷确定送风量。实际上房间热湿负荷不可能经常处于最大值,而是有不少时间低于最大值。当室内负荷减小时,固定风量系统是靠提高送风温度(减少送风温差)的办法来保证室内温度不变的。这样既浪费热量又浪费冷量。若采用变风量系统,通过减少送风量(送风参数不变)的方法来保持室内温度不变,则不仅节约了提高送风温度所需的热量,而且还由于处理风量的减少,降低了风机的电耗以及制冷机的冷量。这种系统的运行费用相当经济,对于大容量的空调装置尤为显著。国外随着能源危机的出现,对变风量系统作了很多研究和推广工作,不仅在新建筑物中采用,而且把旧有的空调系统也改造成

变风量系统。目前，变风量空调装置已在国内逐渐推广，估计将来全空气空调系统存在的场合，大多数将是变风量系统。

变风量空调系统是通过特殊的送风装置来实现的，这种送风装置又统称为“末端装置”，目前有以下几种：

1. 节流型　用风门调节送风口开启大小的办法来调节送风量

2. 旁通型　当室内负荷减小时，通过送风口的分流机构减少送入室内的空气量，而其余部分送人顶棚内转而进入回风管循环。

3. 诱导型　在空调房间的顶棚内装设诱导型风口，其作用是用一次风（经过处理的空气）高速诱导由室内进入顶棚内的二次风（室内空气），经过混合后送人室内。

kongqi chuli shebei

【空气处理设备】　为了满足空调房间的送风要求，在空调系统里必须有相应的设备对空气进行热、湿处理和净化处理。

热、湿处理设备的类型　在空调工程中，为了实现不同的空气热、湿处理方案，需要使用不同的热、湿处理设备，其中常用的是各种热、湿交换设备。作为热、湿交换的介质有水、蒸汽、液体吸湿剂和制冷剂。根据各种热、湿交换设备的工作特点不同，可将它们分成两大类：

1. 直接接触式　喷水室、蒸汽加湿、局部补充加湿装置以及使用液体吸湿剂的设备均属此类。直接接触式热、湿交换设备的特点是：与空气进行热、湿交换的介质直接和被处理的空气接触，通常是将其喷淋到被处理的空气中去。例如，在喷水室中喷不同温度的水，可以实现空气的加热、冷却、加湿和减湿等多种空气处理过程；利用蒸汽加湿器喷蒸汽，可以实现空气的等温加湿过程；利用局部补充加湿装置喷水，可以实现空气的绝热加湿过程；利用喷淋设备喷淋液体吸湿剂，可以实现空气的各种减湿过程等。

2. 表面式　表面式换热器（包括空气加热器和表面式冷却器）属此类。表面式热、湿交换设备的特点是：与空气进行热、湿交换的介质不和空气直接接触，热、湿交换是通过处理设备的金属表面进行的。例如，在空气加热器中通入热水或蒸汽，可以实现空气等湿加热过程，而在表面式冷却器中通入冷水或制冷剂，可以实现空气的等湿冷却或减湿冷却过程等。

在工程上，有时也将直接接触式和表面式这两类设备组合起来使用，例如喷水式表面冷却器。

在电加热器和使用固体吸湿剂的空气处理设备中，没有上面提到的那些参与热、湿交换的介质，它们利用电能加热空气或借固体吸湿剂的物理、化学作用吸收空气中的水分，其作用原理和上面列举的那些热、湿交换设备有所不同。

在所有的热、湿交换设备中，喷水室和表面式换热器应用最广。

用喷水室处理空气　喷水室的主要优点是能够实现多种空气处理过程、具有一定的净化空气能力、耗费金属量少和容易加工。但是它有对水质的卫生要求高、占地面积大、水系统复杂和消耗电能较多等缺点。

喷水室除卧式的以外，还有立式的；除单级的以外，还有双级的。立式喷水室的特点是占地面积小，空气自下而上与水接触，热湿交换效果好，在处理的空气量不大时，可以采用。双级喷水室能够使水重复使用，因而加大了温升，节省了水量，同时可使空气得到较大焓降。因此，它更适合于应用天然冷源以及要求处理的空气焓降大的场合。双级喷水室的缺点是占地面积更大，水系统更为复杂。

喷水室有低速和高速之分，低速喷水室的空气流速较低，一般为2～3 m/s，高速喷水室的空气流速一般为3.5～6.5 m/s，甚至更高，因而其横断面积可进一步缩小。

用表面式换热器处理空气　常用的表面式换热器包括空气加热器和表面冷却器两类。空气加热器是用热水或蒸汽做热媒，而表面冷却器则以冷水或制冷剂做冷媒。通常将后者称为水冷式和直接蒸发式表面冷却器。

在空调工程中，用肋片管制成的肋管式换热器得到了广泛的应用。其基本构造由肋片管和联箱组成。肋片管的加工方法有套片、绕片、镶片和冷轧片等多种工艺。为了进一步提高传热性能，近年来换热器的片型有很大发展，制成了波纹型片、条缝型片、百叶缝型片和针刺型式等。制造管和肋片所用的材料有钢、铜或铝等。肋片管的排列常用叉排，目的是增加空气的扰动，提高换热效果。

表面式换热器可以串联，也可以并联，或既有并联又有串联。到底采用什么样的组合方式，应按通过空气量的多少和需要的换热量大小来确定。一般说来，通过空气量多时应采用并联，需要的空气温升（或温降）大时应采用串联。

kongqi jinghua jiqi shebei

【空气净化及其设备】

空气净化的目的　空调系统处理的空气，一般是新风和回风两者的混合空气。新风会因室外环境有尘埃而被污染；回风则会因室内人的活动、工作和工艺过程而被污染。空气中的灰尘除对人体产生危害外，还会影响到室内壁面，家具设备的清洁，此外，对空气处理设备的性能（如对加热器、冷却器等设备的传热效果）也有很大影响。所以，在空调系统中设置过滤和

净化空气的装置是十分必要的。所谓净化处理，主要是除去空气中的悬浮尘埃。此外，在某些场合还有除臭、增加空气负离子等要求。

由于现代工业的发展，从建立满足生产工艺要求的空气环境出发，往往对空气有不同程度的洁净要求。电子、精密仪器等工业对空气环境的洁净要求，已远远超过从人体健康的角度对空气环境提出的要求。具有这种较高洁净要求的房间称为工业洁净室。此外，制药工业、医院手术室等房间，要求无菌无尘，这些洁净房间称为“生物洁净室”。随着现代科学技术的发展，对洁净技术的需求也将日益增加。

室内空气净化标准　目前在一般工业和民用空调工程中，对空气净化标准尚未作出统一规定，一般有以下几种考虑：

第一种：一般净化，对于以温湿度要求为主的空调系统，通常不提具体要求，采用粗效过滤器（又称初效过滤器）一次滤尘即可。大多数空调工程属于这种情况。

第二种：中等净化，对室内空气含尘量有一定要求，通常用质量浓度表示，如有些国家规定室内含尘浓度为0.15～0.25 mg/m³，并规定应过滤掉粒径≥10 μm的尘粒。对于这类房间一般除用初效过滤器外，还应采用中效过滤器。实际上这是上述一般净化的发展。

第三种：超净净化，随着超级精密加工技术（包括集成电路等）的发展，对室内含尘浓度提出了严格要求。由于尘粒对工艺的有害程度与尘粒大小和数量有关，所以这类指标均以颗粒计数浓度为准。我国有关部门拟订的洁净标准与国外通风的标准是一致的，表1就是划分这种级别标准的各限定值（表中还列人空气中细菌含量的参考标准）。

空调工程常用过滤器

1. 初效过滤器　这种过滤器的滤材大多采用金属丝网、铁屑、瓷环、玻璃丝（直径大约为20 μm）、粗孔聚氨酯泡沫塑料和各种人造纤维。

由于初效过滤器主要利用它的惯性效应，因此风速可以稍大（2 m/s以内）。为了便于更换，大多做成尺寸为500 mm×500 mm×50 mm的块状过滤器。每块额定风量在1500～1700 m³/h左右。对于金属网格、铁屑、玻璃丝等材料制成的过滤器通常加以浸油使用。这样能提高它的过滤效率和便于清洗，并可防止金属丝腐蚀。

2. 中效过滤器　它的主要滤料是玻璃纤维（纤维直径约10 μm左右）、中细孔聚乙烯泡沫塑料和由涤纶、丙纶、腈纶等原料制成的合成纤维（俗称无纺布）。由于滤料厚度和滤速不同，它包括很大的效率范围。为了提高过滤效率并能处理较大的风量，这种过滤器做成屉式或袋式。用泡沫塑料和无纺布制作的滤料，经洗净后可再用。

表1　空气洁净标准

级别	尘粒		
	粒径（μm）	浓度（粒/ft³）	浓度（粒/L）
100	>0.5	<100	<3.5
10 000	>0.5 <5.0	<10 000 <65	<350 <2.5
10万	>0.5 <5.0	<10万 <7000	<350 <25

级别	微生物粒子			
	浮游菌（个/ft³）	浮游菌（个/m³）	落下菌（个/ft²·周）	落下菌（个/h·φ90 mm·周）
100	0.1	3.5	1 200	0.49
10 000	0.5	17.6	6 000	2.45
10万	2.5	88.4	30 000	12.2

3. 高效过滤器（包括亚高效过滤器）　这种过滤器必须在初、中效过滤器保护之下使用，即成为三级过滤的末级过滤器。它的滤料为超细玻璃纤维、超细石棉纤维。滤料纤维直径大部分小于1 μm，滤料作成纸状。为了减小阻力并增加对微尘的扩散效应，必须采用低滤速（cm/s），所以需将滤纸多次折叠，使其过滤面积为迎风面面积的50～60倍。

国产常用高效过滤器的构造尺寸为480 mm×480 mm×220 mm，滤纸面积达12 m²，额定风量为1000 m³/h，初阻力在200～250 Pa之间，对于0.3 μm的尘粒具有大于等于99.91%的过滤效率。在前面有初、中效过滤器良好的保护下，高效过滤器一般可有两年左右的使用寿命。

空调工程空气过滤器技术性能见表2。

空气除臭装置——活性炭过滤器　空气中的某些毒物、有臭味的气体可以采用活性炭过滤器吸附。活性炭主要是采用有机物（如木材、果核、椰子壳等），通过专门加工而成。制成后的活性炭内部形成许多极细小的孔隙，从而可以大大增加与空气接触的表面面积。1 g（约2 cm³）活性炭的有效接触面积接近1 000 m²，每升活性炭的质量为485 g。在正常情况下，当它所吸附的物质质量等于它本身质量的10%～20%时，就需要更换。活性炭可以像其他滤料一样，作成各种形式的活性炭过滤器。活性炭过滤器前应有其他过滤器予以保护，以免活性炭过滤层被灰尘堵塞。

表2 空气过滤器技术性能

空气过滤器性能分类	过滤器型式	有效的捕集尘粒直径(μm)	适应的含尘浓度①	压力损失(Pa)	过滤效率(%)			容尘量(g/m^2)	备注
					质量法	比色法	DOP法		
初效过滤器	块式玻璃纤维过滤器(干式或浸油) 自净油过滤器 网格过滤器(干或浸油) 粗、中孔泡沫塑料块状过滤器 滤材自动卷绕过滤器	>5	中-大	30~200	70~90	15~40	5~10	500~2000	作高效、亚高效、中效过滤器前的预过滤器(滤速以m/s计)
中效过滤器	滤材折叠(或袋式)的中细孔泡沫塑料、无纺布、玻璃纤维过滤器	>1	中	80~250	90~96	50~80	15~50	300~800	滤材实际面积与迎风面积之比在10~20倍以上(滤速以dm/s计)
亚高效过滤器	超细石棉玻璃纤维滤纸(或合成纤维滤布)过滤材料作成多折型	<1	小	150~350	>99	80~95	50~90	70~250	同上,但20~40倍以上(滤速以cm/s计)
高效过滤器	超细石棉、玻璃纤维滤纸类过滤材料做成多折型	<1	小	250~490	无法鉴别	无法鉴别	95~99.99(一般指≥99.97)	50~70	同上 50~60倍以上(同上)
静电过滤器	二段电过滤器,能定期清洗	<1	小	80~100	>99	80~95	60~95	60~75	—

注:①粉尘浓度中:大:0.4~7.0 mg/m^3;中:0.1~0.6 mg/m^3;小:0.3 mg/m^3以下。

kongtiao jizu

【空调机组】 用于局部场合的空调机组实际上是一个小型的空调系统,它往往把冷源、热源、空气处理设备、控制设备等组合在一起,结构紧凑,安装方便,使用灵活,在空调工程中是不可缺少的设备。图1是这种设备的结构简图,图中部件可以分为两部分:

1. 空气处理部分 它的任务是把空气处理成所需要的温湿度。

夏季空气处理过程一般来说是降温降湿,见图1。室外新风(新鲜空气)和室内回风混合后,经空气过滤器7进入冷却器4(即冷源部分的蒸发器)。在流经冷却器时,空气通过表面式冷却器的冷表面与冷却器内的冷媒进行热交换。一般来讲,冷却器表面温度低于空气的露点温度。因此,空气一方面温度下降,另一方面空气中的一部门水蒸气凝结成水,附在冷却器表面后下落,从而使空气温度和含湿量(湿空气中,所含水蒸气质量与干空气质量之比)减小。经过冷却器处理的空气,经通风机5、电加热器6送入空调房间中去。

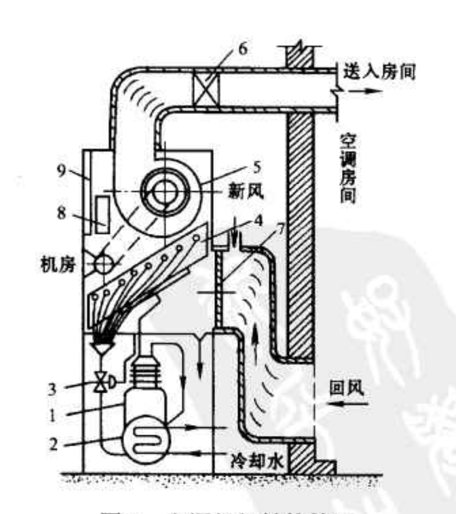


图1 空调机组结构简图
1—压缩机 2—冷凝器 3—膨胀阀
4—冷却器(蒸发器) 5—通风机 6—电加热器
7—空气过滤器 8—电加湿器 9—自动控制屏

冬季空气处理一般来说是增温加湿。空气的增温是用电加热器 6 完成的,而空气的加湿则由预先安装在机组中的电加湿器 8 来达到。

2. 冷源部分　利用冷媒(如氟利昂)在压缩机 1 加压,由低压的气体变成高压气体,再经过冷凝器 2 将热量传给冷却水,冷凝成液体,高压液体经膨胀阀 3 减压(压力降低,蒸发温度也低),进入蒸发器 4 吸收通过蒸发器的空气的热量,汽化成低压气体,然后又被吸回压缩机,这样循环不止。

除了上述两部分设备外,还附有自动控制屏 9。一般制冷量的大小是通过压缩机的间歇运行或改变压缩机的工作缸数来调节的;加热量的大小是通过电加热器的间歇运行来调节的。调节的方法是自动的,调节的方式是两级的(即或开或关两级)。一般调节敏感元件是放在空调房间中的接触式干湿球温度计。

空调机组的种类　空调机组的种类很多,大致可按以下原则分类:

1. 按容量大小分类:

(1)窗台式　容量小,冷量在7 kW以下,风量在1 200 m^3/h以下,如图 2 所示。

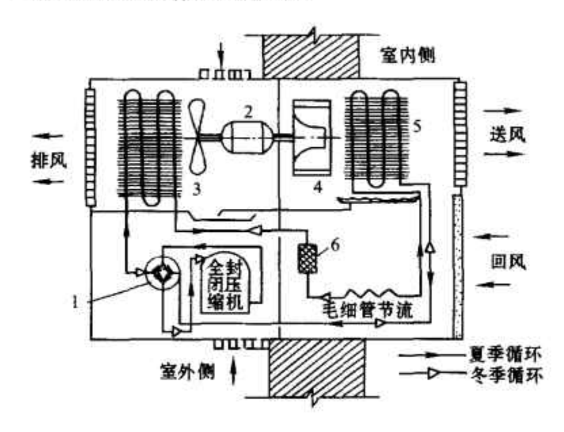


图 2　风冷式空调机组(窗台式、热泵式)
1—四通阀　2—电动机　3—冷凝器(夏)　4—风机
5—蒸发器(夏)　6—制冷剂过滤器

(2)立柜式　容量较大,冷量在70 kW以下,风量在2 000 m^3/h以下。

2. 按制冷设备冷凝器的冷却方式分类:

(1)水冷式　容量较大的机组,其冷凝器一般都用水来冷却。用户必须具备水源。

(2)风冷式　容量较小的机组,如窗台式(见图 2),其冷凝器部分在墙外,借助风机用室外空气冷却冷凝器。容量较大的可将风冷冷凝器独立装设在室外(见图 3)。

3. 按供热方式分类:

(1)普通式　冬季用电热供暖。

(2)热泵式　冬季仍由制冷机工作,借四通阀的转换,使制冷剂逆向循环,把原蒸发器当作冷凝器(原冷凝器当作蒸发器),空气流过它被加热作为采暖用。图 2、3 都属热泵式,注意图中制冷流程在冬、夏季的走向相反这一特点,就不难理解它的工作原理。

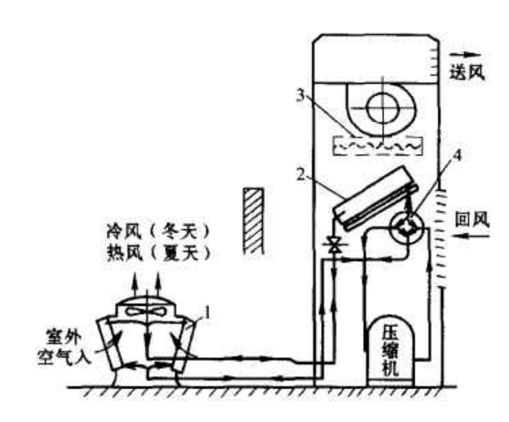


图 3　风冷式空调机组(凝凝器分开安装、热泵式)
1—室外换热器　2—室内换热器
3—辅助电热器　4—四通转换阀门

空调机组的产品开发　为了扩大空调机组的应用范围,制造工厂通常从以下几方面进行产品开发:

1. 在容量上既发展更趋于小冷量的结构(如在 1.0～2 kW),又发展冷量更大的结构(如 70～140 kW)。

2. 由于城市水源普遍不足,用水被污染后再进行处理,其代价甚高(相对于电价)。此外,为防止冷却水大量采用深井水而使地面下沉,故除窗式空调器用风冷外,其他空调机组也改用空气冷却冷凝器,以期满足上述要求。

3. 利用风冷而冬季按热泵运行,则能利用大气低温热源供热空气,从而按空气热源热泵应用,既节约了能量(比之单用电热),又使夏冬季的冷热源供应一元化。对于小型热泵式空调机组除风冷式之外,为有效地回收建筑物的热量,也可采用水冷式结构,从而按水热源热泵应用。

kongtiao fangjian qiliu zuzhi

【空调房间气流组织】　在空调房间中,经过处理的空气由送风口进入房间,与室内空气进行热质交换后,经回风口排出。空气的进入和排出,必然引起室内空气的流动,而不同的空气流动状况有着不同的空调效果。合理地组织室内空气的流动,使室内空气的温度、湿度、流速等能更好地满足工艺要求和符合人们的舒适感觉,这就是气流组织的任务。

例如,在恒温精度要求高的计量室,应使工作区具有稳定和均匀的空气温度,区域温度小于一定值;体育馆的乒乓球赛场,除有温度要求外,还希望空气流速不超过某一定值;在净化要求很高的集成电路生产车间,

则应组织车间空气的平行流动，把产生的尘粒压至工件的下风侧并排除掉，以保证产品质量。还有，在某些民用建筑中，夏季送入的冷风如果直接进入空调区，由于送风温差大，人们较长时间停留就会感到不适。为避免此情况，可将冷风与室内空气充分混合后再吹人空调区。

由此可见，气流组织直接影响室内空调效果，是关系着房间工作区的温湿度基数、精度及区域温差、工作区的气流速度及清洁程度和人们舒适感觉的重要因素，是空气调节的一个重要环节。因此在工程设计中，除了考虑空气的处理、输送和调节外，还应根据空调要求，结合建筑结构特点及工艺设备布置等条件，合理地确定气流组织形式。按照送风口位置的相互关系和气流方向，一般分为：

1. 上送风下回风

这是最基本的气流组织形式。空调室送风由位于房间上部的送风口送入室内，而回风口设在房间的下部。图1a、b分别为单侧和双侧上侧送风、下侧回风；图1c为散流器上送风、下侧回风；图1d为孔板顶棚送风、下侧回风。上送风下回风方式的送风在进入工作区前就已经与室内空气充分混合，易于形成均匀的温度场和速度场，能够用较大的送风温差，从而降低送风量。

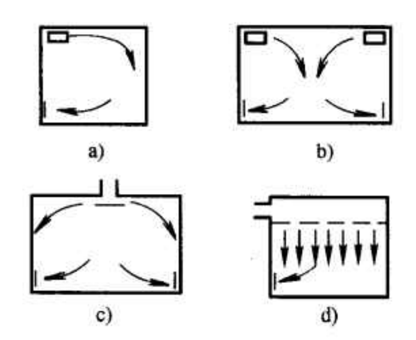


图1 上送风下回风气流流型

2. 上送风上回风

图2是上送上回的几种常见布置方式。图2a为单侧上送上回形式，送回风管叠置在一起，明装在室内，气流从上部送下，经过工作区后回流向上进入回风管。如果房间进深较大，可采用双侧外送式或双侧内送式(见图2b、图2c)。这三种方式施工都较方便，但影响房间净空的使用。如果房间净高许可的话，还可设置吊顶，将管道暗装，如图2d所示。或者采用图2e的送吸式散流器，这种布置比较适用于有一定美观要求的民用建筑。

3. 中送风

某些高大空间的空调房间，采用前述方式需要大量送风，空调耗冷量、耗热量也大。因而采用在房间高

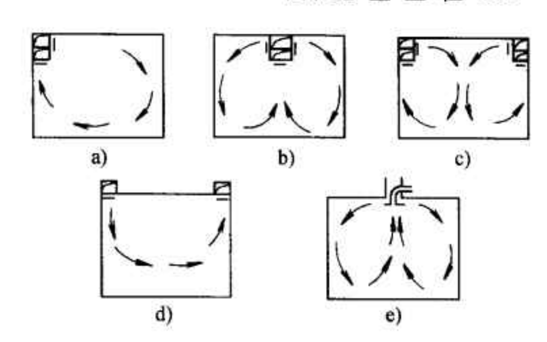


图2 上送上回气流流型

度的中部位置上，用侧送风口或喷口送风的方式。图3a是中送风下回风，图3b是中送风下回风加顶部排风方式。中送风形式是将房间下部作为空调区，上部作为非空调区。在满足工作区空调要求的前提下，有显著的节能效果。

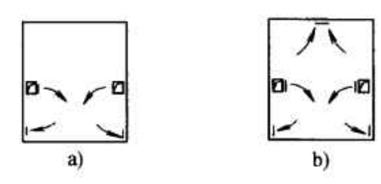


图3 中送风气流流型

4. 下送风

图4a为地面均匀送风、上部集中排风。此种方式送风直接进入工作区，为满足生产或人的要求，送风温差必然远小于上送方式，因而加大了送风量。同时考虑到人的舒适条件，送风速度也不能大，一般不超过0.5～0.7 m/s，这就必须增大送风口的面积或数量，给风口布置带来困难。此外，地面容易积聚脏物，将会影响送风的洁净度，但下送方式能使新鲜空气首先通过工作区。同时由于是顶部排风，因而房间上部余热(照明散热)、上部围护结构传热等可以不进入工作区而被直接排走，排风温度与工作区温度允许有较大的温差。因此在夏季，从人的感觉来看，虽然要求送风温度较小(例如2 ℃)，却能起到温差较大的上送下回方式的效果，这就为提高送风温度、使用温度不太低的天然冷源如深井水、地道风等创造了条件。

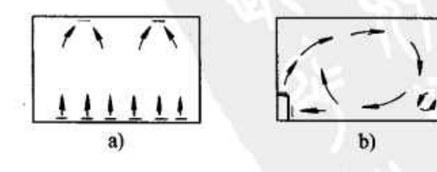


图4 下送风气流流型

因而，下面均匀送风、上面排风方式常用于空调精度不高、人暂时停留的场所，如会堂及影剧院等。在工厂中可用于室内照度高和产生有害物的车间(由于产

生有害物的车间空气易被污染，故送风一般都用空气分布器直接送到工作区）。

图 4b 为送风口设于窗台下面垂直上送风的形式，这样可在工作区造成均匀的气流流动，又避免了送风口过于分散的缺点。工程中，风机盘管和诱导器系统常采用这种布置方式。

综上所述，空调房间的气流组织方式有很多种，在实际使用中，尚需根据工程对象的需要，灵活运用。同时，房间内气流组织还与室内热源分布、玻璃窗的冷热对流气流、工艺设备及人员流动等因素有关。因此，组织好室内气流是一项复杂的任务。

顺便指出，虽然回风口对气流组织影响较小，但却对局部地区有影响，因此根据回风口的所在位置应选择适当的风速（见下表）。

回风口风速

回风口位置		回风速度(m/s)
房间上部		4～5
房间下部	不靠近操作位置	3.0～4.0
	靠近操作位置	1.5～2.0
	用于走廊回风时	1.0～1.5

kongtiao xitong jieneng cuoshi

【空调系统节能措施】 空调系统的能耗和许多因素有关，所以空调耗能的许多环节都有节能潜力。几种主要的节能措施如下。

1. 改善建筑物围护结构的保温性能　围护结构的保温性能直接影响空调房间的冷（热）负荷，所以，为了节约空调设备的能耗，首要任务就是改善建筑物围护结构的保温性能。当前，许多国家提出了各种改善建筑保温性能，以限制围护结构最大传热系数的规定。限制年负荷系数（PAL）和限制空调耗能系数（CEC）的方法，已在一些国家采用。

$$\mathrm{PAL}=\frac{\text{周边部分、屋顶等全年得热和损失热量(MJ/d)}}{\text{各层周边部分和最高层楼板面积之和}(\mathrm{m}^2)}$$

$$\mathrm{CEC}=\frac{\text{空调全年总耗能量(MJ/d)}}{\left(\text{冷负荷}+\text{热负荷}+\begin{matrix}\text{新风}\\\text{负荷}\end{matrix}\right)\begin{matrix}\text{的全年}\\\text{总和(MJ/d)}\end{matrix}}$$

就办公楼建筑来说，日本建筑省能法规定 PAL 值小于 335MJ/(m^2·d)，CEC 小于 1.6。

在我国，由五个设计院联合编写的《供热通风空调制冷设计技术措施》中，对建筑物的基建投资和日常能耗经过技术经济比较后，也对围护结构的最大传热系数提出了限制。

2. 合理降低室内温、湿度标准　从空调系统空气处理过程中可以看出，夏季室内温度越低，相对湿度越低，系统设备能耗越大；冬季室内温度越高，相对湿度越高，系统设备能耗也越大。从节能角度考虑，当前总趋势是各国都在修订过去过高的室内温、湿度标准。

日本曾对已使用的舒适性空调房间（如办公大楼原室内夏季相对湿度 $\varphi_N=50\%$，冬季 $\varphi_N=40\%$）的室内温度做了改动，其节能效果见下表。由下表可见，夏季室温从24 ℃改为28 ℃，冷负荷减少 36%左右；冬季室温从22 ℃改为18 ℃，热负荷减少 55%左右。我国近年来对民用建筑空调房间室内温、湿度标准的规定，也已结合国情，对节能有所考虑。

室内设计参数改动时的节能效果[MJ/(m^2·d)]

	夏　季			冬　季		
室内温度(℃)	24	26	28	22	20	18
新风负荷	83.0	61.2	44.0	117.3	78.4	48.6
其他负荷	93.0	83.0	67.5	23.9	18.4	14.2
总　计	176.0	144.1	111.5	141.2	96.8	62.9
节约率(%)	0	18.1	36.6	0	31.5	55.5

3. 控制和正确利用室外新风量　对于夏季需供冷、冬季需供热的空调房间，室外新风量越大，系统能耗越大，在这种情况下，室外新风应控制到卫生要求的最小值。

日本近年来规定新风量为每人每小时20 m^3，美国省能指南中，提出一般建筑（小住宅除外）最小新风量为每人每小时8.5 m^3，我国在新编《民用建筑采暖通风设计技术措施》中，也根据房间用途不同，吸烟情况不同，改变过去全用每人每小时30 m^{3}新风的规定，而提出了既合理又节能的数值。

4. 选择节能的空调系统　系统型式的选择，直接影响冷、热源能耗和动力能耗。从当前发展趋势来看，国外在办公、商业等大型公共建筑里（主要是内区），比较多的是采用变风量（VAV）空调系统。变风量空调系统和定风量比全年空气输送能耗可节约1/3，设备容量减少 20%～30%，据多种资料介绍，变风量系统在一般情况下，节能可达 50%左右。

5. 运行管理的自动控制　空调系统运行管理的自动控制，不仅可以保证空调房间温、湿度精度（室内温湿度波动值），节约人力，而且可防止空调系统过余（过冷、过热、过干、过湿）带来的能量损失。自动控制主要包括室内温湿度控制、室外新风量控制、最佳启动和停机时间控制。

6. 设置热能回收装置　空调系统耗能特点之一是系统同时存在需冷却（干燥）和需加热（加湿）的过程。如夏季系统需对新风冷却干燥（冬季需对新风加热加湿），而系统却排掉了低温、低湿（冬季高温、高湿）的室内空气；又如一些大型公共建筑的内区，照明

散热很大,冬季需送冷风排除余热,而外区需供热补偿通过围护结构的热损失;另外,大的冷冻站排掉的冷凝器冷却水中带有大量余热可利用等等。可以通过某些热回收装置(如转轮全热交换器、板式换热器、热管换热器和热泵等),将建筑物内(包括空调系统中)需排掉的余热(湿)移向需要热(湿)的地方去。

7. 利用天然能源　目前多把燃料通过燃烧产生的热能直接用于空调或把燃料转化为其他形式的能(如电能、机械能)加以利用。这一燃烧过程不仅烧掉了许多贵重原料,也对大气造成了污染,所以国外纷纷成立所谓清洁能研究机构,把重点放在不会造成大气污染的天然能源的利用上,例如太阳能、地热、风能、潮汐能及沼气等。目前可以直接用于空调的有太阳能、地热能和地下含水层蓄能。

所谓地下含水层蓄能,就是通过井孔,将低于含水层原有水温的冷水,或高于含水层原有水温的热水灌入地下含水层。利用含水层作为蓄热介质蓄存冷、热量,待需要用水时,用泵吸取使用。这项技术由于充分利用了自然界取之不尽的能量以及地层的良好保温性能,所以它是很好的季节性蓄能措施之一。由于空调系统耗能有季节性,所以地下含水层蓄能对空调节能有很大经济意义。

(四)职 业 卫 生

zhiye weishengxue
【职业卫生学】　它是研究劳动本身和劳动环境中有害因素对劳动者健康、劳动能力、工作效率的影响,以及卫生评价、标准、防护要求和如何改善劳动条件的一门学科,也称为劳动卫生学或工业卫生学。其工作对象为从事生产劳动的人群,基本任务是确认生产环境中潜在的职业危害,阐述这些危害如何对人起作用和作用的条件,提出措施办法,及早预防和控制职业性损伤的发生,保护工人的身体健康,从而提高劳动生产率,保障工农业生产的顺利发展。具体包括以下几个方面:

1. 研究生产环境中有毒化学物质、粉尘(有机粉尘和无机粉尘)、物理因素(气象因素、噪声、振动、电磁辐射、空气离子、紫外线、红外线等)对劳动者的影响,和可能造成的伤害及其机理和防护措施。

2. 研究体力劳动、脑力劳动、精神和视觉紧张性劳动等对劳动者健康与劳动能力的影响和损害及其预防措施,研究提高劳动能力的措施和方法。

3. 对特殊作业,如高原、潜水、地下作业者的劳动卫生、劳动措施的研究。

4. 对劳动环境中有毒有害物质的测定方法的研究和建立。

职业卫生学除运用一般卫生学基础知识和工作方法外,还需要运用多学科知识和成就来完成本身任务。如研究在劳动过程中人体生理变化规律与劳动能力时,需要运用人体解剖学、生理学、生物化学、生物物理学等基础知识和方法;研究生产环境中有毒有害化学物质及粉尘对人体的影响时,需要生理学、毒理学、药理学、生物化学、免疫生化学、病理学、卫生化学等基础知识和方法;研究生产环境有害物理因素时,需要掌握和运用有关电、光、声、声像学等方面知识和方法。因此,职业卫生学是建立在多学科基础之上的一门综合性学科。

laodong weisheng
【劳动卫生】　为了预防与消除职业病而建立合乎生理要求的劳动条件所采取的一系列技术组织措施。亦是《劳动法》《职业病防治法》对劳动场所提出的旨在保护劳动者身体健康的各项要求。国家有关劳动卫生的规定,是劳动法的重要内容。在工矿企业称"工业卫生",有时亦称为"职业卫生"。主要内容为:①在生产方面采取的卫生措施,如防止生产中的高温、辐射热、噪声、有毒气体、液体和粉尘等各种措施;②生产环境方面采取的卫生措施,如采暖、照明、通风等;③职业病检查、统计、预防、治疗;④工作制度、作息时间等规定,如有关劳动和休息的制度、劳动卫生教育制度、劳动卫生检查制度等。解决劳动卫生问题,不仅要考虑企业内部的卫生条件(如采光、通风、给水、排水、消音等),还应考虑采取措施防止生产性毒害等危及附近居民,以保障居民的健康和良好的卫生环境。为了确保劳动卫生,我国制定了一系列的技术标准、操作规程和劳动卫生法规,并在有关部门设立职业安全卫生监察机构。

laodong tiaojian
【劳动条件】　①有关生产过程中劳动者的安全、卫生和劳动强度等方面的条件。如厂房建筑和机器设备的安全状况,车间温度、湿度、通风、照明等条件,防护用品,安全卫生设施,机械化程度等。改善劳动条件,是我国的一项重要的劳动政策。为此,我国宪法规定,国家通过各种途径改善劳动条件。国家还颁布了一系列劳动法律、法规,并采取各种措施来改善劳动者的劳动条件。②泛指劳动者借以实现其劳动的物质条件,包括生产资料。

laodong weishengxue
【劳动卫生学】　劳动卫生学是研究劳动本身和劳动环境中有害因素对劳动者健康、劳动能力、工作效率的影响,以及卫生评价、标准和防护要求的一门

科学。

劳动卫生学主要任务及工作对象包括以下几方面：

1. 研究生产环境中有毒化学物质、粉尘(有机粉尘和无机粉尘)、物理因素(气象因素、噪声、振动、电磁辐射、空气离子、紫外线、红外线等)对劳动者的影响,和可能造成的伤害及其机理和防护措施。

2. 研究体力劳动、脑力劳动、精神和视觉紧张性劳动等对劳动者健康与劳动能力的影响和损害及其预防措施,研究提高劳动能力的措施和方法。

3. 对特殊作业,例如高原、潜水、地下作业者的劳动卫生、劳动保护措施的研究。

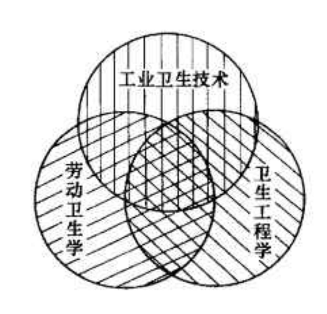
4. 对劳动环境中有毒有害物质的鉴定方法的研究和建立。

劳动卫生学的目的,在于改善劳动条件,为防止生产环境中化学的、物理的以及生物等有害因素对劳动者健康与工作能力可能造成的损害,提供劳动卫生科学指导,为国家制订有关的标准、条例、法规,提供劳动卫生科学依据。

劳动卫生学除运用一般卫生学基础知识和工作方法外,还需要运用多学科知识和成就来完成本身任务。例如研究劳动过程人体生理变化规律与劳动能力时,需要运用人体解剖学、生理学、生物化学、生物物理学等基础知识和方法;研究生产环境中有毒有害化学物质及粉尘对人体的影响时,需要生理学、毒理学、药理学、生物化学、免疫生化学、病理学、卫生化学等基础知识和方法;研究生产环境有害物理因素时,需要掌握和运用有关电、光、声、气象学等方面知识和方法。因此,劳动卫生学是建立在多种学科基础之上的一门综合性卫生科学。

职业病学原属劳动卫生学范畴,因此也有将其与劳动卫生合称为职业医学。它的主要任务是研究各种有害职业因素导致的特有疾病的原因、发病机理、诊断与治疗。近年来已发现许多常见病、多发病(如冠心病、恶性肿瘤、植物精神功能紊乱等)与某些职业有密切关系。职业病的研究内容及范围也在不断发展扩大,因此称为职业医学较之职业病学更为全面。在中国,一般称之为劳动卫生与职业病学。

按照劳动保护科学技术的发展现状,防止职业危害已发展为工业卫生技术、劳动卫生学、卫生工程学三门学科。工业卫生技术以发展防护技术为中心,劳动卫生学以研究职业危害机制和卫生标准为中心,卫生工程学以研究保护人类健康的工程措施为中心。三者互相交叉,又是各自独立的学科。其间的关系如下图所示。



劳动卫生各学科交叉关系图

laodong qiangdu

【劳动强度】 劳动的繁重和紧张程度,表现为劳动者在单位时间内人体能量消耗的程度。单位时间人体能量消耗大,劳动强度则大;单位时间人体能量消耗小,劳动强度则小,从某一意义上说,提高劳动强度,也可以生产出更多的产品,从而创造更多的价值。在工作日长度既定的限度内,迫使工人极其紧张地从事每一个操作,便成为资本主义社会资本家榨取更多的剩余价值的一种重要手段。在社会主义社会,创造更多的物质财富,主要依靠发挥劳动者的智慧和创造力,以及广泛地采用新工艺、新设备、新技术,有计划地改进生产组织和劳动组织,提高劳动生产率。不断地减轻劳动强度，是社会主义生产的一项基本要求。我国劳动法律制度对不断减轻劳动者的劳动强度做了具体规定，同时对正在从事劳动强度大的特别繁重的体力劳动的劳动者规定了保护措施。例如，缩短工作日、延长休假期、领取较高标准工资或工作津贴、提前退休等。同时，禁止妇女和未成年工从事特别繁重的体力劳动。为了有效地判断劳动者的劳动繁重和紧张程度，1983 年我国颁布了《体力劳动强度分级》(GB3869—83) 国家标准，将体力劳动强度分为四个等级：①Ⅰ级，工作日 (8 小时) 平均耗能值为3 553 kJ/人，劳动时间率为 61%，即净劳动时间为 293 分钟，相当于轻劳动；②Ⅱ级，工作日 (8 小时) 平均耗能值为5 551 kJ/人，劳动时间为 322 分钟，相当于中等强度劳动；③Ⅲ级，工作日 (8 小时) 平均耗能值为7 298 kJ/人，劳动时间率为 73%，即净劳动时间为 350 分钟，相当于重强度劳动；④Ⅳ级，工作日 (8 小时) 平均耗能值为11 286 kJ/人，劳动时间率为 77%，即净劳动时间为 370 分钟，相当于“很重”强度劳动。

gaowen zuoye

【高温作业】 即环境热强度高及其对人体危害大的作业。我国劳动安全卫生法律制度规定,工业企业和服务行业工作地点具有生产性热源,当室外出现本地区夏季室外通风设计计算温度的气温时,其工作地点气温高于室外气温2 ℃或2 ℃以上的作业即高温作业。我国劳动安全卫生法规对从事高温作业的职工规定了防暑降温等保护措施。同时,对在一定的范围从事高温

作业的职工建立了高温津贴，并发给保健食品，以补偿额外的劳动消耗和恢复体力。按照社会保险制度规定，从事高温（包括低温）工作的，每工作一年按一年零三个月计算工龄。据此，从事高温作业的职工可以提前退休。为了有效地判断生产车间内职工高温作业危害程度，我国于1984年颁布了《高温作业分级》（GB4200—84）国家标准，将高温作业分为两类四个等级。

高温作业分级　根据高温作业环境热强度的大小及其作用于人体生理的负荷强度而对高温作业进行的等级划分。高温作业分级是劳动保护科学管理的一个基础标准，是判断生产车间工人高温作业危害程度的依据。我国于1984年颁布《高温作业分极》（GB 4 200—84）国家标准。按此标准，高温作业按夏季室外通风设计计算温度分为两类，每类按劳动时间率和室内外温差分为四级。夏季室外通风设计计算温度小于30 ℃的地区，高温作业按照表1分级。夏季室外通风设计计算温度等于或高于30 ℃的地区，高温作业按照表2分级。

表1　　高温作业分级

劳动时间率% ＼ 高温作业分级 ＼ 温差℃	2—	3—	4—	5—	6—	7—	8—
~25	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ
~50	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ
~75	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ
75~	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ

表2　　高温作业分级

劳动时间率% ＼ 高温作业分级 ＼ 温差℃	2—	3—	4—	5—	6—	7—	8—
~25	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ
~50	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ
~75	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ
75~	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ

其中：劳动时间率＝（工作日总时间－休息和工作日暂停时间）/工作日总时间×100%

zhiyexing youhai yinsu

【职业性有害因素】　造成职业危害的因素称之为职业性有害因素，亦称职业危害因素。按其来源可分为下列三类：

1. 生产工艺过程中产生的有害因素

①化学因素：可分为有毒物质（如铅、苯、汞、氯、一氧化碳、有机磷农药等）和生产性粉尘（如矽尘、石棉尘、煤尘、有机性粉尘等）；②物理因素：有异常的气象条件（如高温、高湿、低湿），异常气压（高气压、低气压），电离辐射（如X射线，γ射线等），非电离辐射（如可见光、紫外线、红外线、高频电磁场、微波、激光等），噪声，振动等；③生物因素：炭疽杆菌，布氏杆菌、森林脑炎病毒等。

2. 劳动过程中的有害因素

①劳动组织和制度不合理，如劳动时间过长，劳动作息制度不合理等；②劳动强度过大或劳动组织安排不当，如安排的作业与劳动者生理状况不适应等；③个别器官或系统过度紧张，如视力紧张等；④长时间处于某种不良体位或使用不合理的工具等；⑤精神（心理）紧张。

3. 生产环境中的有害因素

①自然环境中的因素，如炎热季节的太阳辐射；②厂房建筑或布置不合理，如有毒工段和无毒工段安排在一个车间；③由不合理生产过程所致的环境污染。

上述各种职业性有害因素，在劳动生产中有时单独存在，有时几种有害因素同时存在，从而构成不同企业部门、不同生产车间的职业危害特点。

zhiyexing sunhai

【职业性损害】　人在生产劳动时接触职业性有害因素，在一定条件下，可使人发生不同的职业性损害，一般将其分为工伤和职业性疾患，后者又包括职业病和职业性多发病。

1. 工伤。主要由于生产设备缺乏安全防护措施和个人防护，工艺落后，劳动组织不合理，制度不健全，工人缺乏生产和防护知识，或受酒、药物、心理因素等作用影响。工伤的轻重不等，重者可致死亡或严重残废。

2. 职业病。当职业性有害因素作用于人体的强度与时间超过一定限度时，人体不能代偿所造成特定的功能和器质性病理改变，出现相应的临床表现，在一定程度上影响到劳动能力，在医学上称为职业病。

3. 职业性多发病。也称与工作有关的疾病。具有三层意义：职业因素是该病发生和发展的许多因素之一，但不是职业的直接的病因；职业因素影响了健康，从而促使潜在的疾病显露或加重已有疾病的病程；通过改善工作条件，可使所患疾病得到控制或缓解。因而研究这一类疾病的发病原因，提出预防措施，是职业卫生工作的一部分。

zhiyiebing fanwei

【职业病范围】　医学上所称职业病是泛指由职业性有害因素引起的特定疾病，但在立法意义上，职业病却具有一定的范围，通常是指政府主管部门明文规定的法定职业病。根据我国政府的规定，凡法定职业病的患者，在治疗和休养期间以及医疗后确定为残废或治疗无效而死亡时，均按《工伤保险条例》的有关

规定给予工伤保险待遇。有的国家对患有职业病的工人,给予经济上的补偿,故也称为需赔偿的疾病。

中华人民共和国卫生部于1957年2月首次公布了《职业病范围和职业病患者处理办法的规定》。这个规定是根据我国当时的经济条件和科学技术水平,将危害职业健康和影响生产比较严重,并且职业性比较明显的14种职业病,列为国家法定的职业病。后来陆续增加了3种。随着生产及科学的发展又进行了修订。

卫生部、劳动人事部、财政部、中华全国总工会(87)卫防字第60号文件"关于修订颁发《职业病范围和职业病患者处理办法的规定》(以下简称新规定)的通知"从1988年1月1日起施行新规定,1957年2月28日卫生部颁布的《职业病范围和职业病患者处理办法的规定》同时废止。该规定中的职业病范围,共包括9类、99项。

《职业病防治法》规定:"职业病分类和目录由国务院卫生行政部门会同国务院劳动保障行政部门规定、调整并公布。"卫生部、劳动和社会保障部根据《职业病防治法》的规定,于2002年4月18日颁布执行的《职业病目录》共包括10大类、115种"(87)卫防字第60号"文件规定职业病范围同时废止。新颁布执行的《职业病目录》内容如下。

一、尘肺

1. 矽肺;
2. 煤工尘肺;
3. 石墨尘肺;
4. 炭黑尘肺;
5. 石棉肺;
6. 滑石尘肺;
7. 水泥尘肺;
8. 云母尘肺;
9. 陶工尘肺;
10. 铝尘肺;
11. 电焊工尘肺;
12. 铸工尘肺。
13. 根据《尘肺病诊断标准》和《尘肺病理诊断标准》可以诊断的其他尘肺。

二、职业性放射性疾病

1. 外照射急性放射病;
2. 外照射亚急性放射病;
3. 外照射慢性放射病;
4. 内照射放射病;
5. 放射性皮肤疾病;
6. 放射性肿瘤;
7. 放射性骨损伤;
8. 放射性甲状腺疾病;
9. 放射性性腺疾病;
10. 放射复合伤;
11. 根据《职业性放射性疾病诊断标准(总则)》可以诊断的其他放射性损伤。

三、职业中毒

1. 铅及其化合物中毒(不包括四乙基铅);
2. 汞及其化合物中毒;
3. 锰及其化合物中毒;
4. 镉及其化合物中毒;
5. 铍病;
6. 铊及其化合物中毒;
7. 钡及其化合物中毒;
8. 钒及其化合物中毒;
9. 磷及其化合物中毒;
10. 砷及其化合物中毒;
11. 铀中毒;
12. 砷化氢中毒;
13. 氯气中毒;
14. 二氧化硫中毒;
15. 光气中毒;
16. 氨中毒;
17. 偏二甲基肼中毒;
18. 氮氧化合物中毒;
19. 一氧化碳中毒;
20. 二硫化碳中毒;
21. 硫化氢中毒;
22. 磷化氢、磷化锌、磷化铝中毒;
23. 工业性氟病;
24. 氰及其腈类化合物中毒;
25. 四乙基铅中毒;
26. 有机锡中毒;
27. 羰基镍中毒;
28. 苯中毒;
29. 甲苯中毒;
30. 二甲苯中毒;
31. 正己烷中毒;
32. 汽油中毒;
33. 一甲胺中毒;
34. 有机氟聚合物单体及其热裂解物中毒;
35. 二氯乙烷中毒;
36. 四氯化碳中毒;
37. 氯乙烯中毒;
38. 三氯乙烯中毒;
39. 氯丙烯中毒;
40. 氯丁二烯中毒;
41. 苯的氨基及硝基化合物(不包括三硝基甲苯)中毒;

42. 三硝基甲苯中毒；
43. 甲醇中毒；
44. 酚中毒；
45. 五氯酚(钠)中毒；
46. 甲醛中毒；
47. 硫酸二甲酯中毒；
48. 丙烯酰胺中毒；
49. 二甲基甲酰胺中毒；
50. 有机磷农药中毒；
51. 氨基甲酸酯类农药中毒；
52. 杀虫脒中毒；
53. 溴甲烷中毒；
54. 拟除虫菊酯类农药中毒；
55. 根据《职业性中毒性肝病诊断标准》可以诊断的职业性中毒性肝病；
56. 根据《职业性急性化学物中毒诊断标准(总则)》可以诊断的其他职业性急性中毒。

四、物理因素所致职业病

1. 中暑；
2. 减压病；
3. 高原病；
4. 航空病；
5. 手臂振动病；

五、生物因素所致职业病

1. 炭疽；
2. 森林脑炎；
3. 布鲁氏杆菌病。

六、职业性皮肤病

1. 接触性皮炎；
2. 光敏性皮炎；
3. 电光性皮炎；
4. 黑变病；
5. 痤疮；
6. 溃疡；
7. 化学性皮肤灼伤；
8. 根据《职业性皮肤病诊断标准(总则)》可以诊断的其他职业性皮肤病。

七、职业性眼病

1. 化学性眼部灼伤；
2. 电光性眼炎；
3. 职业性白内障(含放射性白内障、三硝基甲苯白内障)。

八、职业性耳鼻喉口腔病

1. 噪声聋；
2. 铬鼻病；
3. 牙酸蚀病。

九、职业性肿瘤

1. 石棉所致肺癌、间皮瘤；
2. 联苯胺所致膀胱癌；
3. 苯所致白血病；
4. 氯甲醚所致肺癌；
5. 砷所致肺癌、皮肤癌；
6. 氯乙烯所致肝血管肉瘤；
7. 焦炉工人肺癌；
8. 铬酸盐制造业工人肺癌。

十、其他职业病

1. 金属烟热；
2. 职业性哮喘；
3. 职业性变态反应性肺泡炎；
4. 棉尘肺；
5. 煤矿井下工人滑囊炎。

zhiyebing zhenduan

【职业病诊断】 《职业病防治法》规定，职业病诊断应当由省级以上人民政府卫生行政部门批准的医疗卫生机构承担。从事职业病诊断的医疗机构，应当具备以下条件：①持有《医疗机构执业许可证》；②具有与开展职业病诊断相适应的医疗卫生技术人员；③具有与开展职业病诊断相适应的仪器设备；④具有健全的职业病诊断质量管理制度。职业病的诊断是一项政策性和科学性很强的工作，它涉及到生产管理责任、劳保待遇、工人的生产积极性、劳动能力鉴定和预防措施的改进以及国家财政开支等一系列问题，所以职业病的诊断，应严格掌握，力求做到准确可靠，防止误诊、漏诊或冒诊。因此职业病诊断原则有：

职业病诊断应采取综合分析：①职业史。认真而详细地询问患者的职业史是确定职业病极为重要的前提，必要时，还需有单位证明。②现场劳动卫生学调查。了解患者的作业环境卫生条件、个人卫生习惯、卫生技术措施等情况。必要时，应对作业环境的生产性有害因素进行测定分析，以便确定致病的原因、来源和危害程度，为职业病诊断提供依据。③特殊检查。症状、体征与临床检查在职业病诊断中，除应用一般的临床检查外，还要采用职业病的特殊检查。

根据上述三方面材料，进行综合分析，认真研究，才能正确地做出判断。职业病的诊断必须施行指定专业机构和诊断小组的集体诊断，疑难病例应严格执行逐级诊断的原则。

zhiyebing tongji

【职业病统计】 为了掌握劳动卫生职业病发病情况，制定防治措施，保护职工健康，依据《中华人民共和国统计法》和国家防治职业病工作法规，卫生部于1988年8月20日发布《职业病报告办法》。在这个办法中，对职业病的统计内容和方法作了原则规定。2002年5月1日起施行的《职业病防治法》《职业病危

害事故调查处理办法》,以及卫生部、劳动和社会保障部于2002年4月颁布并执行的《职业病目录》,对职业病报告、统计的内容及方法作了进一步的明确规定。

一切企业、事业单位发生的职业病,必须按以上法律、法规的规定要求进行报告。这里所指的职业病系指现行《职业病目录》规定范围内所列的病种。

用人单位和医疗卫生机构发现职业病病人或者疑似职业病病人时,应当及时向所在地卫生行政部门报告。确诊为职业病的,用人单位还应当向所在地劳动保障行政部门报告。卫生行政部门和劳动保障行政部门接到报告后,应当依法作出处理。县级以上地方人民政府卫生行政部门负责本行政区域内的职业病统计报告的管理工作,并按照规定上报。

职业病报告工作是国家统计工作的一部分,各级负责职业病报告工作的单位和人员,必须树立法制观念,不得虚报、漏报、拒报、迟报、伪造和篡改。任何单位和个人,不得以任何借口干扰职业病报告人员依本办法执行任务。

zhiyebing tongji zhibiao

【职业病统计指标】 常用的职业病统计指标有如下几项:

受检率 =(有害作业工人实际接受体检人数/有害作业工人应接受体检人数)×100%

检出率 =(其中新发现某种疾病人数/受检人数)×100%

患病率 =(其中患某种疾病人数/受检人数)×100%

发病率 =(某时期内所发生的新病例数/同时期内应受检人数)×100%

死亡率 =(某时期内某病死亡人数/某时期内某职业危害接触人数)×100%

病死率 =(某时期内某病死亡人数/某时期内某病人数)×100%

收治率 =(已收治人数/应收治人数)×100%

治疗有效率 =(其中治疗有效人数/某病收治人数)×100%

治愈率 =(治愈病人数/受治疗人数)×100%

zhiye jiankang jianhu

【职业健康监护】 根据我国《职业病防治法》及其配套规章的规定,职业健康监护主要包括职业健康检查、职业健康监护档案管理等内容。其中职业健康检查就是通过各种医学检查和分析,掌握劳动者的健康状况,早期发现健康损害的征象,主要目的在于评价职业性有害因素对接触者健康的影响及其程度,以便及时采取预防措施,防止职业性损伤的发生和发展。职业健康监护还可以为评价劳动条件及职业性危害因素对健康的影响提供资料,并且有助于发现新的职业性危害因素。

职业健康检查又分为上岗前体检、在岗期间、离岗时和应急的健康检查等。

上岗前体检是指从事某种有毒有害作业前的有针对性的健康检查,可及时发现就业禁忌证,明确就业人员能否从事该项作业或安排其他适当的工作,同时可获得基础健康状况资料,为定期体检和动态观察提供自身对比资料,这是一项很重要的工作,常常被忽视,应多加强宣传并得到应有的重视。

在岗期间体检是指按一定时间间隔对在有害作业岗位的劳动者的健康状况进行常规及某些特殊项目的检查。通过检查可及时发现职业危害因素对健康的早期影响和可疑征象,以便及早做出诊断处理,防止病情的发展和恶化,同时可检出高危人群,作为重点监护对象。

离岗时体检是指用人单位应当组织接触职业病危害因素的劳动者进行离岗时的职业健康检查。用人单位对未进行离岗时职业健康检查的劳动者,不得解除或终止与其订立的劳动合同。

应急的健康检查是指用人单位对遭受或者可能遭受急性职业病危害的劳动者,应当及时组织进行健康检查和医学观察。

我国规定,劳动者职业健康检查和医学观察的费用,应当由用人单位承担。

《职业病防治法》及有关配套规章规定,用人单位应当为劳动者建立职业健康监护档案,并按照规定的期限妥善保存。建立职业健康监护档案,即用人单位应为每一职工设一健康监护卡,记录职业史、既往史和职业病危害接触史;相应作业场所职业病危害因素监测结果;职业健康检查结果和处理情况;职业病诊疗等有关个人健康资料。目的是奠定职业危害因素评价的资料基础,有的放矢地开展职业病及职业性多发病的防治工作。

健康状况分析通常是对健康检查资料、门诊资料进行统计分析,计算职业病、与工作有关的疾病以及外伤等的检出率、发病率和平均发病工龄等等,可根据分析资料的需要而定。

劳动能力鉴定则是在健康检查和疾病诊疗的基础上,对患者的健康状况、病残程度和代偿功能情况进行综合鉴定分析,评价其劳动能力,予以妥善安置,这样可促进患者病情早期康复,防止或减少后遗症和不良影响的发生。

huanjing jiance

【环境监测】 指对生产作业环境中各种职业性有害因素进行的有计划、有目的的监测。

环境监测的目的在于早期发现环境中潜在的危害因素和产生的原因,掌握生产环境中危害因素的性质、

强度(浓度)及其时间、空间分布情况，以估计人体接触危害因素的水平，作为改善生产环境的依据。环境监测对于识别、控制职业危害，鉴定预防措施效果，制定卫生标准以及对于职业病诊断，监督执行有关劳动卫生法规等，都是十分必要的。

为提高环境监测质量，必须做好如下的几项工作。①加强科研，加速提高和发展监测检验技术，研制新的监测仪器。②迅速制订有关规范，如：对空气监测器械的鉴定规范；检验方法的标准化；制订现场采样测试规范；实验室检验分析实施质量控制等。

shengwu jiance

【生物监测】 在生物的血液、尿、呼气、头发、乳汁或其他生物材料中测定含有害物质或其代谢产物的量，统称为生物监测。

对人体进行生物学监测，能从多方面反映机体接触有害物质的水平，包括呼吸吸收、皮肤吸收、消化道摄入和劳动强度，甚至工作场所外受到的污染等，即可估计通过各条途径接触所致的体内负荷状况。但由于目前对很多有害物质还缺乏生物学监测指标等种种原因，未能以生物监测指标来取代空气卫生标准。然而由于生物学监测是及时获得与接触水平较相一致的吸收、排泄、毒性降解以及机体负荷等数据的便捷途径，已广泛应用于健康监护、职业病诊断以及动物实验等方面，而且尚在不断研究和发展之中。因此，在实际工作中，生物学监测应与环境监测并用，发挥互补作用。

guojia zhiye weisheng biaozhun

【国家职业卫生标准】 该类标准亦称作劳动卫生标准，是指以保护劳动者健康、防治职业病为目的的卫生标准。

根据我国《职业病防治法》及其配套规章的规定，国家职业卫生标准的主要内容为：①职业卫生专业基础标准；②工作场所作业条件卫生标准；③工业毒物、生产性粉尘、物理因素职业接触限值；④职业病诊断标准；⑤职业照射放射防护标准；⑥职业防护用品卫生标准；⑦职业危害防护导则；⑧劳动生理卫生、工效学标准；⑨职业性危害因素检测、检验方法。

国家职业卫生标准分为强制性标准和推荐性标准。强制性标准分为全文强制和条文强制两种形式。强制性标准包括：①工作场所作业条件的卫生标准；②工业毒物、生产性粉尘、物理因素职业接触限值；③职业病诊断标准；④职业照射放射防护标准；⑤职业防护用品卫生标准；其他标准为推荐性标准。

国家职业卫生标准制定的原则是：①符合国家有关法律、法规和方针、政策，满足职业卫生管理工作的需要；②体现科学性和先进性，注重可操作性；③在充分考虑我国国情的基础上，积极采用国际通用标准；④逐步实现体系化，保持标准的完整性和有机联系。

我国由卫生部主管国家职业卫生标准工作，卫生部委托办事机构，承担国家职业卫生标准的日常管理工作；由卫生部聘请有关技术专家组成全国卫生标准技术委员会，负责国家职业卫生标准的技术审查工作。国家职业卫生标准由卫生部负责解释，国家职业卫生标准的解释同标准具有同等效力。国家职业卫生标准实施后，卫生部应根据情况的变化对标准适时进行复审，复审的结论分为确认、修订、废止，复审的周期一般不超过5年。国家职业卫生标准的代号由大写汉语拼音字母构成，强制性标准的代号为“GBZ”，推荐性标准的代号为“GBZ/T”。

zuigao rongxu nongdu

【最高容许浓度】 最高容许浓度(MAC)是指工人工作地点空气中有害物质在长期多次有代表性的采样测定中，均不应超过的数值。最高容许浓度是一种峰值，即每次测定均不应超过的数值。适用条件是：接触有害物质时间以每天8小时，每周6天计算，在不超过该浓度的情况下，工人长期接触也不致产生用现代检查方法所能发现的任何病理改变。我国和前苏联采用这种标准。

关于车间空气中有害物质浓度的概念，各国所用的定义不同，美国则用阈限值(TLV)，TLV是时间加权平均浓度，即允许某次或某几次测定高于此值，但8小时内的平均浓度不应超过此限。同时对一些化合物的短期(15分钟)接触限值(STEL)也做了相应的规定。STEL比TVL规定的浓度尺度要宽，其主要目的是防止急性中毒，我国对于一氧化碳也曾做过类似的规定。

sanji yufang

【三级预防】 预防职业性危害，可遵照预防医学的三级预防原则。

一级预防。从根本上使人不接触职业危害，如改变工艺，改进生产过程，采取各种预防措施；寻找容许接触的量或接触水平，使生产环境能达到安全卫生标准；对人群中的易感者，定出就业禁忌证。建立一级预防，需要多学科、多部门的研究和执行，其中包括医学、化学、物理、生物学、毒理学、工程技术、经济学、企业管理学等。

二级预防。为早期发现病损。在研究预防失效，职业性危害因素已开始损及人的健康时，应及时发现，早期采取补救措施，如早期治疗，调离有毒、有害作业，定期疗养等措施，防止病损的进一步发展。要早期发现病损，早期诊断指标的研究是极为重要的。

三级预防。即对已患病者，作出正确诊断，及时处理，包括及时调离、治疗、防止恶化和并发症，促进康复，延长寿命。

yufangxing weisheng jiandu

【预防性卫生监督】 指地方劳动卫生机构对

新建、扩建、改建(包括技术改造项目)的工程项目中的劳动卫生防护设施,是否与主体工程同时设计、同时施工、同时投产(简称“三同时”)所进行的劳动卫生监督。劳动卫生监督部门主要参加设计审查和工程验收。

工业企业部门对新建、扩建、改建(包括技术改造项目)的工程项目均应主动向卫生、环保等部门呈报。工程项目的初步设计中,应有工业卫生篇,内容包括工艺流程,及说明生产过程中使用和产生的有毒有害物质的种类、数量(包括中间产物),卫生防护措施和预期效果,医疗保健设施等,卫生、环保等部门分别或联合进行审查,同意后方能施工。

工业企业部门在新建、扩建、改建(包括技术改造项目)项目竣工后,应报请当地卫生监督部门对尘毒等的防护设施进行卫生学评价,作出报告,如仍不符合卫生要求,应采取措施加以改进,然后呈请卫生、环保等部门验收,批准后方可投产。

jingchangxing weisheng jiandu

【经常性卫生监督】 指地方劳动卫生监督机构对现有厂矿企业有毒有害作业的劳动卫生措施及其效果进行日常性监督、检测,并根据监督检查的结果做出相应的处理。其目的是促使劳动保护措施经常保持在完好有效状态,保护劳动者的健康,减少或防止职业病的发生。其内容包括以下各项。

1. 环境检测。作业环境的定期检测,做到对现有卫生技术措施的效果评价,如发现问题,要协助找出发生问题的原因,及时解决。

2. 职业健康监护。对接触各种职业性有害因素的职工,应进行就业前体检和定期体检,发现职业禁忌证患者予以调离,以及筛检出早期职业病患者,组织诊断、治疗和康复等。

3. 监督组织措施、保健措施的落实。工矿企业安技、医务部门应有专人负责管理该项工作,对他们进行技术培训和技术指导;要对劳动保护设备的维修管理制度的制定和实施、个人防护用品的发放与使用、预防应急措施(如预防急性中毒)的临时用防护用品的准备、个人保健用品的准备、个人保健食品的合理发放等进行定期监督检查。

zhiye liuxingbingxue diaocha

【职业流行病学调查】 是采用流行病学的调查方法,分析职业病流行趋势,从中找出发病规律,提出控制职业病的有效措施的工作。

流行病学调查在评价职业性有害因素中的作用可概况为四个方面:①研究职业性有害因素对健康的影响,对已知危害因素,确定其对接触人群的损害程度,探讨有无新的损害作用;识别、鉴定新的职业性危害因素及其作用条件;估测接触人群的危险度。②研究职业性损伤人群中的分布和发生、发展规律,提出相应的预防措施,指导劳动卫生工作。③结合动物实验和临床观察结果,阐明接触水平—反应关系,为制定、修订劳动卫生标准和职业病诊断标准提供依据。④鉴定劳动卫生工作质量,评价预防措施效果。

通过职业流行病学调查,一方面可进一步扩大(从广度和深度)环境监测和健康监护的作用。广度方面,以砷为例,以往只知道其急、慢性中毒的表现,进行健康监护。通过流行病学调查,已确定砷可致皮肤及支气管癌,还可能致其他癌。深度方面,则能发现职业因素所致的亚临床改变,如二硫化碳的轻微的亚临床改变及对女工生殖机能的影响等。另一方面,可对多因素的作用进行分析,大多数疾病的病因是多因素的,纵横的联系十分复杂,依靠流行病学调查可分析出一个主要因素和其余的次要因素,同时也弥补了动物实验的不足,因有些疾病是无法用动物实验进行研究的,如腰酸背痛与职业因素的关系等必须用流行病学的方法加以解决。

职业流行病学调查,根据不同的目的,可选用不同的调查方法。一般采用分析流行病学调查,即断面调查、病例—对照调查和队列调查(包括回顾性队列调查和前瞻性调查)。无论采用哪一种调查,都必须遵循随机抽样、设对照组和均衡性三个基本原则,特别要注意弄清职业危害因素的接触剂量及其所致效应,即剂量—效应(反应)关系,应注意调查中的偏倚,避免各种混杂因素的干扰。

断面调查也称现状调查,是在某一时间调查接触职业性有害因素者的健康状况,并与不接触者作比较,以研究接触与不良健康状况间的关系。断面调查在短时间内即能完成,其主要缺点是代表性可能不够。此外,断面调查是在同时搜集接触与疾病的资料,不一定能说明两者之间是否有联系。

病例—对照调查,是根据现有资料,从已经发生的疾病或症状出发,追其与接触某种可疑有害因素的联系,与其他疾病患者作对照。其目的在于通过比较某可疑致病因素在病例和对照组中的出现频率和强度,以探讨该因素与疾病的关系。

队列调查,是从接触某种职业性有害因素出发,观察接触人群中可能发生的健康损害,并以不接触的人群作对照。队列调查可根据不同情况,从现在开始追踪观察到未来,也可以从过去的某个时间开始一直观察到过去、现在或未来的某一时间,因此又分为前瞻性调查和回顾性调查。两者各有其优缺点,在实际工作中可将两者结合起来,发挥各自的长处,起到相辅相成的作用。

职业流行病学调查一般观察样本较小,并强调确立接触—反应关系,故除发病率、患病类和死亡率等样

本分析指标外，常采用某些比较指标，如相对危险度(RR)、归因危险度(AR)、标化死亡比(SMR)、标化发病比(SIR)、比例死亡比(PMR)等。

RR和AR，常用来分析接触某种职业因素是否与健康有联系及其联系程度；SMR和SIR主要用于研究死亡率或发病率较低的疾病(如肿瘤)；PMR是比较人群中死亡原因构成比的指标。其计算公式分别如下：RR=接触组的相应率/对照组的相应率；AR=接触组的相应率-对照组的相应率；SMR=(实际死亡数/期望死亡数)×100；SIR=(实际发病数/期望发病数)×100；PMR=观察组某病死亡比例/对照组某病死亡比例。

zhiyebing weihai shigu baogao yu diaocha chuli
【职业病危害事故报告与调查处理】 根据我国《职业病防治法》及其配套规章的有关规定，按一次职业病危害事故所造成的危害严重程度，职业病危害事故分为三类：①一般事故，发生急性职业病10人以下的；②重大事故，发生急性职业病10人以上50人以下或者死亡5人以下的，或者发生职业性炭疽5人以下的；③特大事故，发生急性职业病50人以上或者死亡5人以上，或者发生职业病炭疽5人以上的。

发生职业病危害事故时，用人单位应当立即向所在地县级卫生行政部门和有关部门报告。县级卫生行政部门接到职业病危害事故报告后，应当实施紧急报告：①特大和重大事故，应当立即向同级人民政府、省级卫生行政部门和卫生部报告；②一般事故，应当于6小时内向同级人民政府和上级卫生行政部门报告。接收遭受急性职业病危害劳动者的首诊医疗卫生机构，应当及时向所在地县级卫生行政部门报告。职业病危害事故报告的内容应当包括事故发生的地点、时间、发病情况、死亡人数、可能发生原因、已采取措施和发展趋势等。地方各级卫生行政部门按照《卫生监督统计报告管理规定》，负责管辖范围内职业病危害事故的统计报告工作，并应当定期向有关部门和同级工会组织通报职业病危害事故发生情况。职业病危害事故发生的情况，由省级以上卫生行政部门统一对外公布。任何单位和个人不得以任务借口对职业病危害事故瞒报、虚报、漏报和迟报。

县级以上卫生行政部门负责本辖区内职业病危害事故的调查处理。重大和特大职业病危害事故由省级以上卫生行政部门会同有关部门和工会组织，按照规定的程序和职责进行调查处理。职业病危害事故调查处理的主要内容是：①依法采取临时控制和应急救援措施，及时组织抢救急性职业病病人；②按照规定进行事故报告；③组织事故调查；④依法对事故责任人进行查处；⑤结案存档。职业病危害事故的调查处理应当迅速、有效、科学、公正。

发生职业病危害事故时，用人单位应当根据情况立即采取以下紧急措施：①停止导致职业病危害事故的作业，控制事故现场，防止事态扩大，把事故危害降到最低限度；②疏通应急撤离通道，撤离作业人员，组织泄险；③保护事故现场，保留导致职业病危害事故的材料、设备和工具等；④对遭受或者可能遭受急性职业病危害的劳动者，及时组织救治、进行健康检查和医学观察；⑤按照规定进行事故报告；⑥配合卫生行政部门进行调查，按照卫生行政部门的要求如实提供事故发生情况、有关材料和样品；⑦落实卫生行政部门要求采取的其他措施。

卫生行政部门接到职业病危害事故报告后，根据情况可以采取以下措施：①责令暂停导致职业病危害事故的作业；②组织控制职业病危害事故现场；③封存造成职业病危害事故的材料、设备和工具等；④组织医疗卫生机构救治遭受或者可能遭受急性职业病危害的劳动者。事故发生后，卫生行政部门应当及时组织用人单位主管部门、公安、安全生产部门、工会等有关部门组成职业病危害事故调查组，进行事故调查。事故调查组成员应当符合以下条件：①具有事故调查所需要的专业知识和实践经验；②与所发生事故没有直接利害关系。

卫生行政部门根据事故调查组提出的事故处理意见，决定和实施对发生事故的用人单位的行政处罚，并责令用人单位及其主管部门负责落实有关改进措施建议。职业病危害事故处理工作应当按照有关规定在90日内结案，特殊情况不得超过180日。事故处理结案后，应当公布处理结果。

laodong shenglixue
【劳动生理学】 在生产劳动过程中，劳动者本身的差异(性别、年龄、健康状况、劳动态度、情绪)、劳动的种类和组织制度(劳动的性质、强度、持续时间、节律、技巧、体位、分组、轮班和工作日长短)以及外界环境条件(气象条件、海拔与气压、噪声、振动、空气污染等)的变动都对人体有影响。经常参加劳动，机体通过神经体液的调节和适应，不仅能完成作业、促进健康，而且劳动能力也会得到提高。但若劳动负荷过大，劳动时间过长或环境条件较差，都能使正常生理机能遭受破坏而使劳动能力下降，甚至损害健康。故有必要研究劳动过程中机体的调节适应规律，从而找出提高劳动能力和预防疲劳过早出现的措施，达到保护和促进健康、提高劳动生产率的目的。我们把这方面的研究工作称之为劳动生理。国外在这方面发展成一门独立学科——劳动生理学。

tili laodong ji laodong qiangdu fenji
【体力劳动及劳动强度分级】 人类的劳动是脑力劳动和体力劳动的结合。体力劳动是指以骨骼

肌活动为主的作业。体力劳动时,全身各器官系统的积极活动都要消耗能量。其生理变化有如下几个特点:①骨骼肌活动频繁,骨骼肌约占体重的40%,故体力劳动时的能量消耗较大。②需要的氧量随劳动强度大小而变化,所用的指标为氧需(劳动一分钟所需的氧量)。③呼吸循环加快,所以心率加快。④出汗、体温升高与劳动强度大小成正比。用排汗量(ml/h)或肛温来表示。

作业时的能量消耗量是全身各器官系统活动能消耗量的总和。以体力劳动为主的作业,可用能消耗量来划分劳动强度。一般分为三级。

1. 中等强度作业。作业时氧需不超过氧上限(一分钟内能供给的最大氧量叫氧上限),即在稳定状态下进行的作业。我国现在的工农业劳动多属此类。

2. 大强度作业。指氧需超过了氧上限,即在氧债(氧需和实际供氧不足的量叫氧债)大量蓄积的条件下进行的作业。这种作业一般只能持续数分钟至十几分钟,如重件手工锻打、爬坡搬运重物等。

3. 极大强度作业。在极度缺氧条件下进行的作业,此时氧债几乎等于氧需。如在游泳和短跑时,可出现这种情况。这种剧烈活动只能持续很短时间,一般不超过2分钟。

naoli laodong

【脑力劳动】 是指以脑力活动为主的作业,是与以体力劳动为主的作业相对而言的。随着科学技术的发展,工业自动控制生产线日益增多,体力劳动的强度逐渐减小,而脑力劳动与神经系统紧张的作业却越来越多。科学研究、工艺设计、技术革新、教学活动等都需要繁重而紧张的脑力劳动。

脑力劳动时的生理变化特点是消耗能量不多,常使脉搏减慢,但特别紧张时,可引起舒张期缩短而使心跳加快,血压升高,呼吸稍加快,肺部充血,而四肢与腹腔血液则减少,脑电图、心电图也有所改变。血糖一般变动不大或稍有增多,对尿量无何影响,仅在极度紧张的脑力劳动时,尿中磷酸盐的含量才有所增加。应该注意的是,这些仅能说明脑力劳动时可引起这几方面的变动,但不能用来衡量劳动的性质及其强度。

pilao

【疲劳】 在劳动过程中,当作业能力出现明显下降时称为疲劳。它是机体的正常生理反应,起预防机体过劳的警告作用。疲劳大致可分为四种:

1. 个别器官疲劳。常发生在仅需个别器官或肢体参与的紧张作业,如手、视觉、听觉等的局部疲劳,一般不影响其他部位的功能。

2. 全身性疲劳。主要是全身参与较为繁重的体力劳动所致,表现为肌肉或关节酸痛、乏力、不愿活动和作业能力下降、错误增加等。

3. 智力疲劳。是长时间从事紧张脑力劳动所致,表现为头晕脑涨、全身乏力、嗜睡或失眠、易激怒等。

4. 技术性疲劳。常见于需要脑力体力并重且神经相当紧张的作业,如驾驶、计算机操作等。其表现要视劳动时体力和脑力参与的多少而异。如卡车司机疲劳时除全身乏力外,腰酸腿痛颇为常见;而无线电收发报员则以头昏脑胀、嗜睡或失眠等为多见。

qiangzhi tiwei

【强制体位】 在生产劳动中,某些作业需要人体长时间保持一定的体位,称为强制体位。强制体位可使人体某些部位遭受压迫、牵引、摩擦等,能使机体发生机能性或器质性改变,甚至形成职业性疾患。

1. 立位或经常行走的作业。扁平足常见于长期站立、步行、搬运重物和用力踩开关的作业;下肢静脉曲张常见于长期站立和行走的作业;腹疝常见于重体力劳动者;脊柱弯曲因长期倾斜、弯曲的体位或负重行走的作业所致。

2. 坐位。长期坐位作业,特别是背部弯曲或侧弯时,可形成脊柱弯曲;坐位若伴有腹压增高,则能促使腹腔静脉淤血,而致消化不良、结肠炎、痔等;还可使骨盆肌肉弛缓而引起便秘及一系列妇科疾病。

3. 其他体位。某些作业常被迫采取种种不良体位。若长期采取屈曲、倾斜、仰卧或侧卧体位时,则能引起个别肌群过度紧张,内脏营养障碍或脊柱弯曲等改变。

zhiyexing yaobeitong

【职业性腰背痛】 腰背痛既是最古老的疾患,又是现代最常见的问题之一,半数以上的劳动者在其身强力壮的期间都曾患过腰背痛。职业性腰背痛常见于长期处于躯干前倾、腰部屈曲且负重大的作业。卡车司机、搬运工及其他重体力劳动者和需长时间维持某种体位的人,发生腰背痛的危险性都很高。发病的原因可能与腰部疲劳蓄积有关,也可能与椎间盘蜕变有关,还可能与不良的气象因素如低温、高湿有关。

职业性腰背痛可分为腰机能不全、腰痛和坐骨神经痛三种类型,各种体位均可发生。腰机能不全主要表现为下背部疲劳、强直或疼痛。腰痛则表现为下背部剧烈疼痛,常使人丧失劳动能力,尤其是体力劳动强度较大的作业。坐骨神经痛的疼痛可放射到任一大腿的后、侧部和小腿,脚和趾常发麻或有刺痛感。

腰背痛突出的特征是间歇性,约85%的患者都是如此。此病主要在30岁左右开始发生,40岁前后发生最多、最重,50岁以后逐渐减少,60岁以后很少发生。男、女均可发生,但工业上多见于男性。

gebie qiguan xitong guodu jinzhangxing jibing

【个别器官系统过度紧张性疾病】 在生产劳动中,频繁地使用个别器官系统,可造成这些器官系

统处于过度生理紧张状态，甚至形成职业蓄积性损伤。大致可分为以下四类。

1. 运动器官紧张。指、掌迅速活动或前臂用力活动的作业，以及伴有不良气象因素的手臂用力作业均可发生腱鞘炎；神经肌肉长期过度紧张，可致职业性神经肌肉痛；频繁精细的小动作可引起职业性痉挛；腕、肘关节动作频繁而负重极大的工人，可患上踝炎。上述各种作业均可发生关节炎和关节周围炎。

2. 视觉器官紧张。在视力极度紧张的工作后，往往出现急性症状，如眼内疼痛感、头痛、自觉性视力障碍（视力下降、光幻觉、闪光）、充血、流泪等。

3. 发音器官紧张。可造成机能性发音障碍，症状为开始发音后不久迅速陷于疲劳、声音嘶哑、失调及失音；也可造成器质性损害，如呼吸道及发音器官卡他、声带出血、声带不全麻痹及“歌唱家小结节”。

4. 压迫及摩擦。四肢或躯干经常与工具或其他物体接触，长期强烈的压迫或摩擦，可形成胼胝及胼胝化，还可造成掌挛缩病和滑囊炎。

diannao caozuo zonghezheng

【电脑操作综合征】 随着科学技术的进步，尤其是电子计算机的普及，视屏显示终端（VDT）正日益广泛地应用于工业生产、科学研究、行政管理、信息处理与传递等领域。计算机的使用虽极大地提高了工作效率，促进了科学文化事业的进一步发展，但也带来了新的职业卫生问题，使操作者常处于身、心紧张状态。有人将VDT操作者的过度生理、心理紧张反应的临床表现称为“电脑操作综合征”。其主要表现为视觉紧张、骨骼肌紧张和心理紧张。

视觉紧张主要是因为操作时要长时间注视荧光屏，受荧光屏本身的闪烁光和荧屏反射光的作用，另外需时而注视荧屏，时而注视资料、单据等，由于两处亮度差异要求眼肌和瞳孔频繁进行调节，易致视疲劳并有眼充血、流泪、酸、胀、痛和视觉模糊，还可出现暂时性近视与继发性头痛等症状。

骨骼肌紧张主要是因为在信息处理时，要求操作者先看原稿或数据，常致头部频繁转动；为了看清数据或文字，操作者常需采取前倾和手臂悬空姿势进行操作。这样就会导致颈、肩、上背、臂、腕和腰部骨骼肌过度紧张，造成关节及其附着肌肉的慢性劳损，发生钝痛和颈僵直，活动受限；颈肌有局限性压痛点；肱二头肌和三头肌的反射迟钝，称为职业性颈肩腕综合征。

心理紧张主要是信息处理操作者常感到工作要求高、压力大、工作被动且单调，产生厌烦；空中交通指挥员要时刻保持高度警惕性、注视荧屏上飞机活动情况，分析气象条件，还要及时给飞行员和地勤人员下达指令等，故始终处于心理紧张状态。过度心理紧张不仅可致行为功能下降，还会引起与心理紧张有关的反应和疾病。

“电脑操作综合征”的预防措施除工作室的设计和布局要合理，如VDT应置于操作者正前方、显示屏稍低于眼水平面，键盘应与主机分离并置于荧屏的前下方手易达到处外，还应合理布置室内光源，以免产生反射眩光和造成荧屏与操作台上的亮度对比差异过大等。此外，应限制持续操作VDT的时间为2～3小时，并改善操作室内的微小气候，供给新鲜空气。

kongtiao zuoye zhong de weisheng wenti he kongtiaobing

【空调作业中的卫生问题和空调病】 长期在密闭室内空调环境通风中进行劳动生产的作业，称为空调作业，它涉及到多种行业场所。空调作业中的主要卫生学问题是空气负离子缺少。空调系统并不能完全有效地滤掉新风中的多种微粒，如烟雾、纤维、细菌、真菌孢子、挥发性有机物等。这些微粒天长日久沉降在空调设备的部件和管道上，为微生物繁殖与气溶胶累积创造了条件，所形成的有害物质沿空调系统扩散到作业区，尤其在空调加热器烤焦后，成为有害气体而扩散。加之生产过程中发生的有害气体、烟尘、臭味不断回转，致使空气环境恶化。恶化的空气环境中由于离子的复合作用，空气负离子变得更为稀少，而且空调系统过滤新风时，空气离子大部分都被滤掉，造成空气离子浓度急剧下降。空气环境污染物有：挥发性有机物，如苯、甲苯、二甲苯、甲醛、三氯乙烯、正丁醇、丁酮等；有害气体，如CO、CO_2、SO_2、NOx、O_3等；石棉及人造纤维；氡子体；微生物与致敏原。空气离子和空气污染物微粒结合形成大离子而消失，造成室内空气离子水平低下或缺乏，可引起人体一系列不良反应。

建筑物房室或工厂车间采用空调系统工程或空调机通风，由于空调设备运行功能与室内配套设施不合卫生要求，导致空气环境恶化，空气离子缺少，引起人体发生一系列临床病症，称之为“空调病”。迄今为止，关于空调病的发病机理尚不十分清楚，可能是多种复合致病因素所致，其中空气离子缺乏与正负离子比例失调占有重要的地位和意义。

空调病的临床表现不一。由于空气离子缺乏，普遍有头昏、头脑不清、嗜睡、健忘、乏力、情绪波动、胸闷、食欲不振、消瘦、牙龈出血、血压上升、女性月经不调等。由于室内挥发性有机物、有害气体、细菌、真菌、致敏原等综合因素存在，可能有眼鼻喉刺激症状、呼吸道炎症、皮肤黏膜干燥、皮肤红疹和瘙痒、咳嗽、嘶哑。哮喘等非特异性过敏症，也有发生类似肺炎和湿热症的外源性变态反应性疾病。由于空气中二氧化碳增多、氧气减少、空气离子缺乏，工人多以头痛、头晕、恶心、呕吐、失眠、倦怠、憋气、心悸为主。由于空调风口导流不当，风速偏大，人员处于送风射流直射区内，可

引起“电扇吹风病”和全身肌肉关节疼痛，尤以腿、腰背、颈、头部为最。

zaosheng dui renti de yingxiang

【噪声对人体的影响】 噪声对人体的作用可分特异作用(对听觉系统)和非特异作用(对其他系统)两类。噪声的作用可表现为暂时性可恢复性效应和长期慢性病理损伤。

1. 特异的听觉系统影响。长期接触强烈噪声后，听觉器官首先受到影响。噪声对听力的影响决定于噪声的强度和接触时间，听力的损伤开始多为生理性反应，严重时可发生病理改变。

(1)生理性反应。短时间接触强噪声，会感到刺耳、不适、耳鸣、听力下降，听阈可提高 10 ~ 15 dB(A)，离开噪声环境后数分钟即可恢复，称为听觉适应；较长时间接触强噪声，听力明显下降，听阈提高超过 15 dB(A)，离开噪声环境后，需较长时间才能恢复，称为听觉疲劳。

(2)病理性反应。在噪声性听觉疲劳的基础上，如果继续接触强噪声，则可发展为永久性听阈位移，听力不能完全恢复，内耳感音器官出现器质性退行性病变。根据受损部位和听力损失特点，又可分为听力损伤和噪声性耳聋。

噪声性听力损伤的特点为，听力曲线在3 000 ~ 6 000 Hz处出现“V”形下陷，低频未受影响，主观上无耳聋感觉。随着接触噪声时间的延长，听力下降进一步发展，则日常语言交谈出现困难，即为噪声性耳聋。因爆破、火器发射或其他突发性的巨响所致的急性噪声性听力损伤称为爆震性耳聋。

2. 非特异的其他系统影响

(1)神经系统。主要表现为神经衰弱症状，头痛、头晕、耳鸣、心悸、睡眠障碍、疲劳、易激怒等。

(2)心血管系统。心率加快，血压有波动，心电图 ST、T 移位，呈缺血型改变。

(3)消化系统。胃功能紊乱，食欲不振，消瘦。

(4)内分泌系统。在 70 ~ 80 dB(A)作用下，肾上腺皮质功能增强，而100 dB(A)噪声作用下，则肾上腺皮质功能减弱，女工有月经失调等现象。

dianguangxing yanyan

【电光性眼炎】 电光性眼炎是受波长 250 ~ 320 nm的紫外线过度照射而引起的急性角膜结膜炎，通常由电弧光所致，故称为电光性眼炎。本病多见于电焊辅助工。

电光性眼炎一般在照射后 6 ~ 8 小时发病，多发于夜间或清晨。其潜伏期的长短主要取决于照射量。最短为 30 分钟左右，最长不超过 24 小时。临床表现为，轻者眼部有异物感和轻度不适；重症者有剧烈的异物感，烧灼样的疼痛或刺痛，高度畏光和流泪。眼部检查可见眼球充血，结膜水肿，瞳孔缩小，眼睑及皮肤发红，角膜上皮有点状甚至片状脱落。如能及时治疗，一般在 1 ~ 2 日内痊愈，不影响视力。局部使用麻醉药如地卡因等，有镇定止痛作用；人奶、牛奶滴眼效果明显。

电光性眼炎主要在电焊作业工人中发生，若采取一定的预防措施，是可以避免的。预防措施有，电焊作业的操作工与辅助工上岗前应经过防护知识的培训，电焊工须戴防护面罩，辅助工须戴防护眼镜；不可先点火后戴镜(或面罩)。焊接时不可从面罩旁(镜旁)侧视或暂时掀开面罩；有其他工作人员在场或多处同时焊接或在路旁焊接时，须有防护屏；采用自动或半自动焊接，从根本上避免和减少紫外线对眼睛的损伤。电焊场所须有通风设备，以防粉尘、烟雾及毒物所致的职业危害。

zhongshu

【中暑】 在大脑的体温调节中枢支配下，人体具有调节体温的本能，以适应气温的变化。主要以辐射、传导和出汗蒸发等方式散热，通过呼吸和排泄，也可放散一部分热。一般情况下，人体不断产热和散热，处于平衡状态。然而，人的体温调节本能是有一定限度的，在酷热的盛夏或高温作业环境，气温接近或超过了人的体温时，就必须借助于通风、降温设备，冷水浴，吃冷饮等帮助人体散热。如果措施不力，或者劳动时间过长，人体内大量热散不出去，使体温调节发生障碍，就会发生中暑。

1. 中暑程度

(1)先兆中暑：高温作业一段时间后，出现大量出汗、口渴、全身疲乏、头晕、胸闷、心悸、注意力不集中、动作不协调等症状，体温正常或略有升高。如能及时离开高温环境，经休息后短时间内即可恢复正常。

(2)轻度中暑：出现面色潮红、胸闷、皮肤灼热，体温在38 ℃以上或面色苍白、恶心、呕吐、大量出汗、皮肤湿冷、血压下降、脉搏细弱而快等。

(3)重度中暑：在工作中突然晕倒，并出现痉挛，皮肤干燥无汗，体温有时升高到39 ℃以上。

2. 中暑发病分类

(1)热射病：是中暑最严重的一种，病情危急，死亡率高。临床表现为，体温39 ℃以上，皮肤干热，烦躁不安，突然昏迷等。

(2)热痉挛：是由于水盐缺乏所引起的肌痉挛，以四肢、腹肌和咀嚼肌较常见，体温多正常。

(3)热衰竭：起病急，出现头晕、头痛、恶心、呕吐、大汗、皮肤湿冷、脉搏细弱、血压下降、脸色苍白等症状，继而晕厥。体温一般不高。

(4)日射病：由于强烈的日光直接照射头部所致。剧烈头痛、眼花、耳鸣、恶心呕吐，有时神志不清，体温多正常，个别也有升高者。

reshiying
【热适应】 热适应是指人在热环境下工作一段时间后产生对热负荷的适应能力。人体热适应后，体温调节能力提高，劳动时代谢减缓，产热减少。并由于出汗增多，蒸发散热增强，皮温下降，使得中心与体表的温差加大，有利于体内蓄热的散发。出汗功能的改善是热适应的重要表现。热适应后，参与活动的汗腺数量和每一汗腺活动强度均增加，且开始出汗的皮温阈下降，汗量显著增加，蒸发散热能力明显提高。热适应后，心血管系统的紧张性下降，其适应能力提高。表现在血压稳定性增加，心率减慢，中心血量恢复，加之抗利尿素分泌增多，血容量显著增加，因此心脏中充盈血液增多，使得心脏每搏输出量增加。由于水盐代谢和心血管功能明显改善，机体易于保持体热平衡。

热适应者对热的耐受能力增强，这不仅可提高高温作业的劳动效率，也可有效地防止中暑发生。但人体热适应有一定限度，如超出适应能力限度，仍可引起正常生理功能紊乱。因此，决不能放松防暑保健工作。

jianyabing
【减压病】 是一种在高气压下工作一定时间后，在转向正常气压时，因减压过速所致的职业病。此时人体的组织和血液中产生气泡，导致血液循环障碍和组织损伤。急性减压病大多在数小时内发病，减压后1小时内发病占85%，6小时内99%，6小时以后到36小时发病者仅占1%。一般减压越快，症状出现越早，病情也越重。

皮肤奇痒是出现较早较多见的症状，搔之如隔靴搔痒，并有灼热感、蚁走感和出汗。若皮下血管有气栓，可反射地引起局部血管痉挛与表皮微血管继发性扩张、充血及淤血，可见紫绀。气泡形成于肌肉、关节、骨膜等处，可引起疼痛。关节痛是减压病的常见症状，约占病例数的90%。轻者出现酸痛，重者可呈跳动样、针刺样、撕裂样剧痛，迫使患者关节呈半屈曲状态，称“屈肢症”。骨质内气泡所致远期后果可产生减压性或无菌性骨坏死。神经系统多涉及供血差的脊髓，可产生截瘫、四肢感觉和运动功能障碍。若脑部受累，可发生头痛、感觉异常、运动失调、偏瘫、血循环中有大量气泡栓塞时，可引起心血管功能障碍。

对减压病的唯一根治手段是及时加压治疗以消除气泡。将患者送入特制的加压舱内，升高舱内的气压到作业时的程度，停留一段时间，待患者症状消失后，再按规定逐渐减至常压，然后出舱。及时正确使用加压舱，急性减压病的治愈率可达90%以上，对减压性骨坏死也有一定疗效。

zhendongbing
【振动病】 根据人体接触振动的方式和振动传入的范围，可分为全身振动和局部振动。全身振动可引起运动病；局部振动则引起局部振动病。

1. 运动病。运动病又称晕动病，是由于乘坐车辆、轮船、飞机所产生的颠簸、摇摆、旋转等加速度运动对前庭器官的刺激所引起的一系列急性反应性症状的总称。故又称为晕车病、晕船病等。临床表现为前庭—植物神经功能障碍，面色苍白、眩晕、冷汗、恶心、呕吐、全身无力。检查可见，血压降低、心率加速、眼球震颤、平衡失调等。前庭器官敏感者易患本病。停止接触，卧床休息后，不久就可恢复。多次发作后可逐渐适应。

2. 局部振动病。局部振动病是长期使用振动工具所引起的以末梢循环障碍为主的疾病，也可累及肢体神经和运动神经。此病各国命名尚未统一，如职业性雷诺氏现象、振动性白指、手臂振动综合征等。发病部位多在上肢末端。主要表现为手部症状和神经衰弱综合征。手部症状为手麻、手痛、手胀、手凉、手掌多汗，手痛多在夜间发生；其次为手僵、手无力、手颤。神经衰弱综合征以头昏、失眠、心悸、乏力为主。

fenchen dui renti jiankang de yingxiang
【粉尘对人体健康的影响】 含尘气流进入呼吸道后，粉尘可通过撞击、沉降、弥散和截留等方式沉积下来。人体又可通过滤尘、运送和吞噬功能等来清除沉积于呼吸道的粉尘。但若长期吸入高浓度粉尘，即可对人体产生不良影响。根据粉尘的理化性质和进入人体的量及其作用部位的不同，可在人体内引起不同的病变。

1. 呼吸系统疾病。长期吸入较高浓度的粉尘可引起尘肺；有些粉尘(如锡、钡、铁等粉尘)吸入后，可沉积于肺组织中，只呈现一般异物反应，可致轻微的纤维性病变，对人体健康危害较小或无明显影响，治疗或脱离作业后，病变减轻或消退，称为粉尘沉着症；有机性粉尘可引起变态反应，如大麻、棉花、对苯二胺等粉尘引起支气管哮喘；吸入棉尘可引起棉尘症；碎皮屑、谷物等粉尘可携带病菌，引起肺部感染；铍及其化合物进入呼吸道，可引起急、慢性炎症，肉芽肿及肺硬化；反复吸入带芽孢霉菌的发霉的植物性粉尘可引起农民肺；接触放射性矿物粉尘，金属粉尘(如镍、铬酸盐)等可引起肺癌，石棉尘可引起间皮瘤等。

2. 局部作用。粉尘作用于呼吸道黏膜，可引起肥大性鼻炎、萎缩性鼻炎、咽炎、喉炎、气管炎及支气管炎等；对皮肤、耳、眼的不良作用常见有皮肤干燥、粉刺，毛囊炎、脓皮病等，个别引起中耳炎及耳咽管炎；磨工粉尘可致角膜损伤等；沥青粉尘在日光下产生光化学作用，可引起光感性皮炎。

3. 全身中毒。吸入铅、砷、锰等毒性粉尘后，能在呼吸道黏膜上溶解并很快被吸收，引起全身中毒。

chenfei

【尘肺】 指在生产劳动过程中，长期吸入较高浓度的粉尘所引起的以肺组织纤维化为主的全身性疾病。它具有发病率高、死亡率高的特点，是一种严重的职业性疾病。直到目前，这种病在世界各国尚无理想的治疗办法。尘肺病不仅损害工人健康，而且给国家造成的政治影响和经济损失也是很大的。按其病因可将尘肺分为以下五类：①矽肺。由于吸入含有游离二氧化硅的粉尘（如石英、岩石粉尘等）引起的尘肺。②硅酸盐肺。由于吸入含有结合二氧化硅（硅酸盐）的粉尘（如石棉、滑石、云母等粉尘）引起的尘肺。③混合性尘肺。由于吸入含有游离二氧化硅和其他某些物质的混合性粉尘（如煤矽肺、铁矽肺等）引起的尘肺。④炭尘肺。由于长期吸入煤、石墨、炭黑、活性炭等粉尘所引起的尘肺。⑤金属尘肺。由于长期吸入某些金属及其化合物所引起的尘肺、如铝肺等。

根据《职业病防治法》的规定，卫生部、劳动和社会保障部于2002年4月18日颁布执行的《职业病目录》规定了以下13种尘肺：矽肺；煤工尘肺；石墨尘肺；炭黑尘肺；石棉肺；滑石尘肺；水泥尘肺；云母尘肺；陶工尘肺；铝尘肺；电焊工尘肺；铸工尘肺；根据《尘肺病诊断标准》和《尘肺病理诊断标准》可以诊断的其他尘肺。

1. 诊断原则。尘肺的诊断必须以有无确切的接触粉尘职业史为前提，以X线胸片检查为依据，参考必要的动态观察资料及该单位的尘肺流行病学调查情况，结合症状、体征、临床化验及必要的特殊检查材料，根据国家尘肺X线诊断标准，方可做出X线诊断和分期。同时要早期发现并发症、评定代偿功能等级。

2. 诊断及分级标准

(1)无尘肺（代号0）。其中0表示无尘肺的X线表现；0^+表示X线表现尚不够诊断为Ⅰ者。

(2)一期尘肺（代号Ⅰ）。其中Ⅰ表示有密集度1级的类圆形小阴影，分布范围至少在两个肺区内各有一处，每处直径不小于2 cm；或有密集度Ⅰ级的不规则小阴影，其分布范围不少于两个肺区。$Ⅰ^+$表示小阴影明显增多，但密集度分布范围中有一项尚不够定为Ⅱ者。

(3)二期尘肺（代号Ⅱ）。其中Ⅱ表示有密集度2级的类圆形或不规则形小阴影，分布范围超过四个肺区；或有密集度3级的小阴影，分布范围达到四个肺区。$Ⅱ^+$表示有密集度为3级的小阴影，分布范围超过四个肺区，或者有大阴影尚不够定为Ⅲ者。

(4)三期尘肺（代号Ⅲ）。其中Ⅲ表示有大阴影，其直径不小于2 cm，宽径不小于1 cm。$Ⅲ^+$表示单个大阴影的面积，或多个大阴影面积的总和超过右上肺区面积者。

xifei

【矽肺】 是一种由于在生产环境中长期吸人较高浓度的含有游离二氧化硅的粉尘所引起的以肺组织纤维化为主的全身性疾病。矽肺是尘肺中进展最快，危害最为严重，也是最常见，影响面最广的一种职业病。其临床表现如下。

1. 主要症状与体征：尘肺早期可无明显的症状与体征，随着病情的发展，或有合并症时，出现气短、胸闷、胸痛（隐痛或针刺样痛、与呼吸、体位无关）、咳嗽、咯痰；晚期矽肺和伴有并发症的患者往往有食欲减退、体重减轻、容易疲劳和盗汗等。

2. X线表现：是诊断尘肺的重要指标。主要表现有肺纹理加重，类圆形、不规则形小阴影和大阴影，肺门阴影，融合块状阴影、胸膜肥厚、肺气肿等。

3. 肺功能改变：早期矽肺患者，一般肺功能改变不甚明显，当病变进展，出现肺气肿时，肺活量降低，一秒钟用力呼气容积也减少，残气量及其占肺总量比值增加。

4. 实验室检查：矽肺患者的血、尿常规检查结果多属正常范围。晚期矽肺可因肺功能严重受损而缺氧引起继发性红血球增多，合并结核时血沉加快，心电图可有肺动脉高压和左心室肥厚等改变。生化免疫指标发现血清球蛋白结合已糖和氨基已糖、血清溶菌酶、铜蓝蛋白、尿羟脯氨酸以及免疫球蛋白等均有增高的趋势。

矽肺的发病一般比较缓慢，多在接触矽尘5～10年才发病，有的长达15～20年。但也有个别病例，由于持续吸入高浓度、高游离二氧化硅含量的粉尘，在1～2年内即发病，有的甚至接触粉尘半年即发病，称为“速发性矽肺”。主要原因是在缺少防尘措施的情况下作业，如筑路，开凿隧道时使用风钻凿岩的爆破，石英的破碎、筛选、拌料等。

因此要采取防护措施预防速发性矽肺的发生，尤其是目前乡镇企业迅速发展，缺乏防护措施，缺乏防尘知识，要加强宣传，多研究适合乡镇企业的方便、经济、有效的除尘措施。

矽肺是一种进行性疾病，一经发生，即使调离矽尘作业，仍可继续发展。有些工人接触一段时间较高浓度的矽尘后，脱离作业时X线胸片未发现明显异常，但过若干年后，却发生了矽肺，称为晚发性矽肺（亦称迟发性矽肺）。因此对调离粉尘作业的工人，还应作定期的体验。

虽然国内外学者对矽肺的治疗进行了大量的研究，但至今未发现根治矽肺的药物。因此，矽肺的治疗除应采取药物治疗与思想工作相结合、与生活规律化相结合、与适当的体力劳动相结合、与增强营养和预防感染相结合外，主要是对症治疗和积极预防并发症。自20世纪60年代中期以来，我国广泛开展中西医结

合治疗矽肺的研究，积累了一定的经验。

1. 治疗原则。阻止矽肺的发展；恢复肺功能；消除症状，防治并发症。

2. 治疗方法。常用药是克矽平(聚-2-乙烯吡啶氮氧化物，简称 P204)。据实验研究，克矽平能增强肺的清除功能，使吸入肺内的石英粉尘易于排出，能对抗矽尘的毒性，保护吞噬细胞免受矽尘的侵害；可抑制或延缓纤维化的形成，具有一定的预防和治疗作用。克矽平的用法通常采用雾化吸入法，每次吸入 4% 克矽平 6 ~10 ml(240 ~400 mg)，每周喷雾 6 次，3 个月为一疗程，可连续用药 2 ~4 个疗程，疗程间隙为 1 ~2 个月。目前常用于矽肺治疗的药物还有铝制剂(柠檬酸铝，山梨醇铝、黄根)、磷酸喹哌(抗矽 14)、甲基磷酸喹哌、汉防己甲素等。一些医疗单位还用肺灌洗的方法进行治疗。

shimianfei

【石棉肺】 石棉是纤维状矿物，含有铁、镁、镍、钙、铝等金属氧化物的硅酸盐，纤维长度一般在 2 ~5 cm，也有长于100 cm的。石棉品种很多，最重要的是温石棉，占全部产量的 95% 以上。由于石棉具有优良的理化特性，广泛应用于建筑、航空、汽车、机器、造船、铁路运输、机电等工业部门，作为防火、隔热、制动、绝缘、衬垫、填充物的材料。因此，除采矿和选矿外，加工工业也极为发达，如制作石棉布、石棉绳、石棉板等。我国石棉矿产资源丰富，为世界第三生产石棉大国，开采和应用日益广泛。在生产过程和加工中大量工人接触石棉粉尘，身体健康受到损害。

因吸入石棉粉尘而引起的尘肺称为石棉肺。石棉肺的基本病理改变是肺间质性弥漫性纤维化。胸膜增厚、胸膜斑是石棉肺的另一病理特征。石棉小体是由成纤维细胞等分泌的胶原蛋白和黏多糖所形成的薄膜，将石棉纤维包裹而成。石棉肺的病程进展缓慢，早期自觉症状主要是咳嗽，活动时呼吸困难加剧，多有局部一时性胸痛。石棉肺患者呼吸功能改变较早，往往在 X 线胸片尚未显示石棉肺影像之前，肺活量就开始降低，并随病变发展，肺活量可见进行性降低和肺总量减少，残气量正常或增加，弥散量降低。石棉肺主要的 X 线胸片表现是不规则小阴影和胸膜改变。不规则小阴影是石棉肺诊断的重要依据。胸膜改变又包括胸膜增厚、胸膜斑和胸膜斑钙化。石棉肺的诊断按《尘肺 X 线诊断标准》进行。

石棉不仅可引起石棉肺，而且可致支气管肺癌、胸膜和(或)腹膜恶性间皮瘤等，甚至有报道，胃肠癌、肝癌、膀胱癌、肾癌等也与石棉接触有关。有报道石棉肺死于癌症者约有 50%。

据卫生部门统计，在 100 名石棉肺病人中合并肺癌者占 10% ~20%。从接触石棉尘到肺癌发病，潜伏期为 20 ~40 年，且发病与接触剂量之间有着密切关系。吸烟者比不吸烟者危险度大 9 倍。

间皮瘤是极为罕见的肿瘤，但接触石棉作业工人胸膜与腹膜间皮瘤则多见。国外报道，间皮瘤患者 70% 以上均有石棉接触史，死亡的接触石棉的工人中，有 5% ~11% 的人由间皮瘤致死。间皮瘤的发病潜伏期 20 ~30 年，多见于接触低浓度石棉的工人，与接触剂量未见明显关系。但间皮瘤的发生与石棉种类有关，一般认为其致病活性青石棉 > 铁石棉 > 温石棉。间皮瘤的临床病程一般很短，从发病到死亡多不超过一年。

因此，随着石棉工业的发展，接触石棉作业工人的增多，预防石棉危害也显得越来越重要。

meigong chenfei

【煤工尘肺】 煤尘中含有 5% 以下游离二氧化硅的粉尘称为单纯性煤尘。在生产过程中长期吸入煤尘引起的尘肺称为煤肺。煤肺多见于煤矿采煤工、选煤厂选煤工、煤球制造工、车站和码头煤炭装卸工等工种。煤肺的发病工龄多在 20 ~30 年，病情进展缓慢，危害较轻。

在煤炭开采过程中，由于煤矿岩层含游离二氧化硅有时可达 40% 以上，矿工作业工种调动频繁，故采矿工人所接触的粉尘多为煤矽混合性粉尘。生产中长期吸入大量煤矽粉尘所引起的以肺纤维化为主的疾病，称为煤矽肺。煤矽肺是煤矿工人尘肺中最常见的一种，发病工龄多在 15 ~20 年，病变发展较快，危害较重。

根据卫生部等颁布的《职业病范围和职业病处理办法的规定》中的规定，我国煤工尘肺是煤肺和煤矽肺的总称。

mianchenzheng

【棉尘症】 是吸入棉花、亚麻、软大麻等粉尘引起的以支气管痉挛为主的一种慢性呼吸道疾患。本病的早期典型症状是以周末后复工的第一天发生胸闷为其特点，即每当工休一天或数天后再工作的第一天，因支气管痉挛而出现胸闷、气急、咳嗽，有的还发热。离开工作场所后不久症状即消失，到星期二可无任何症状，因此又称"星期一热"。有的接触这种粉尘 10 ~20 年，发病可逐渐频繁，甚至每天均有症状出现。晚期可出现慢性气道阻塞性症状、支气管炎、支气管扩张乃至肺气肿。此时，虽脱离工作，持续支气管痉挛，症状、体征也不缓解。肺通气功能明显受损，有的最后导致右心衰竭。本病可能是一种变态反应性疾病，但尚未明确其病因，很可能是多因素的联合作用所致。如果早期脱离接触，则可恢复。

nongmingfei

【农民肺】 是由于吸入主要损害肺泡的有机

粉尘而产生的一种典型的变态反应性疾病，主要发生在饲料（枯草或粮谷）粉碎工、尤其在粉碎霉变的草料和粮谷工人中。本病的主要病因是某些耐热性放线菌的芽孢，如小多芽孢霉菌、某些嗜热性放线菌、普通高温放线菌等。农民肺可称之为“外源性变应性肺泡炎”，多数学者认为其发病机理属Ⅲ型变态反应。主要症状表现是在接触粉尘4～8小时后，出现畏寒、发热、呼吸急促、倦怠无力、头痛。周身疼痛等，有时伴有干咳。2～3天后症状多自行消失。常易误诊为感冒。如接触霉变枯草2～3个月，急性症状反复发作，症状加重，X线胸片可见粟粒状阴影。持续若干年，则产生不可逆的肺组织纤维增生，伴有肺气肿和支气管扩张，X线胸片上可见蜂窝状表现。肺功能出现改变，丧失了劳动能力。

chenfei huanzhe de laodong nengli jianding

【尘肺患者的劳动能力鉴定】 按照我国《粉尘作业工人医疗预防措施实施办法》中的规定，对尘肺患者要进行劳动能力鉴定。其依据为尘肺分期的X线诊断、肺功能损伤程度以及呼吸困难程度等。矽肺患者劳动能力分为四类：

1. 正常范围：诊断为Ⅰ期尘肺，肺功能正常，无呼吸困难。

2. 轻度减退：诊断为Ⅰ期尘肺，肺功能轻度损伤，轻度呼吸困难；或诊断为Ⅱ期尘肺。

3. 显著减退：诊断为Ⅰ期尘肺，肺功能中度损伤，中度呼吸困难；或诊断为Ⅱ期尘肺，肺功能轻度损伤，轻度呼吸困难。

4. 丧失：诊断为Ⅰ期尘肺，肺功能重度损伤，重度呼吸困难；或诊断为Ⅱ期尘肺，肺功能中度损伤，中度呼吸困难；或诊断为Ⅲ期尘肺；或诊断为尘肺（不分期别），合并活动性肺结核；或石棉肺合并肺癌、胸膜间皮瘤。

shengchanxing duwu

【生产性毒物】 在一定条件下，投以较小剂量即可破坏生物体正常生理机能，造成某些暂时性或永久性病变的化学物质称为毒物。在生产过程中产生或使用的各种有毒物质，通称为生产性毒物。常见的生产性毒物有：金属与类金属毒物，如铅、汞、锰、砷等；刺激性气体，如二氧化硫、氧化氢、光气、臭氧等；窒息性气体，如一氧化碳、氰化氢、硫化氢等；有机溶剂，如苯、甲苯、二甲苯、四氯化碳等；苯的氨基和硝基化合物，如苯胺、三硝基甲苯等；高分子化合物，如氯乙烯、含氟塑料等；农药，如有机磷农药、氨基甲酸酯农药等。

生产性毒物除酸、碱等刺激性及腐蚀性物质可对皮肤或黏膜直接发生作用外，绝大多数毒物均需进入体内达到一定浓度后，才产生作用。在生产条件下，毒物主要经呼吸道和皮肤进入人体；也可经消化道进入人体，但实际意义较小。

1. 呼吸道。呈气体、蒸气、气溶胶状态的毒物可经呼吸道进入人体。由于肺泡总面积大（50～100 m^2），空气在肺泡内流速慢、肺血流丰富及肺泡壁薄等都极有利于毒物吸收。肺泡上皮对脂溶性、非脂溶性分子及离子都具有高度通透性，所以呼吸道是生产性毒物进入人体的最重要的途径。

2. 皮肤。在生产劳动过程中，毒物经皮肤吸收而致中毒者也较常见。某些毒物可透过完整皮肤而进入人体。毒物可通过表皮屏障到达真皮再进入血循环，也可通过毛囊与皮脂腺或汗腺直接吸收，但后者的总面积仅占表皮面积的0.1%～1.0%，所以经皮屏障吸收是主要的。

3. 胃肠道。对于生产性毒物来说，胃肠道吸收一般只有在不遵守个人卫生制度或发生意外时才有意义。但也应该注意到，不少进入呼吸道的难溶的气溶胶，如金属烟，则可能在溶解之前即被清除出来并吞入胃肠道。这部分毒物是经呼吸道进入而在胃肠道吸收。

生产性毒物被吸收后，随血循环分布到全身。在全身分布的情况取决于它通过细胞膜的能力及与体内各组织的亲和力。有的通过细胞膜的能力强，分布可能相对均匀，有的通过能力差，分布则有局限性，也可由于亲和、亲脂性而相对集中于身体的某些部位，而且在接触毒物的不同时期会有改变。例如，铅吸收后约90%很快与红细胞结合，其余在血浆中，随即有部分转移至肝、肾等组织，随时间推移，这些早期定位于红细胞、肝、肾中的铅又重新分布，逐步转移定位于骨骼。

生产性毒物进入体内后，与体液或细胞内部的物质发生化学或生物化学反应，使其本身结构发生改变，称为毒物的生物转化。生物转化所导致的基本改变是将亲脂性物质转变为更具极性和水溶性的物质，使之更快地随尿或胆汁排出体外，同时也使其透过细胞膜进入细胞的能力以及同血浆蛋白、组织蛋白、脂肪组织的亲和力减弱，从而消除或减小其生物学效应，即解毒作用。但有些物质经生物转化后，毒性反而增强，称为增毒作用。

毒物在体内的生物转化反应可归结为氧化、还原、水解、结合等。往往一种毒物可通过不同的代谢转化途径，每一途径可包括一种或多种反应，最后以结合告终，因此称氧化、还原、水解为第一相反应，称结合为第二相反应。在生物转化过程中，常需要酶的催化，这些酶主要存在于肝细胞的微粒体、线粒体内。所以肝脏是体内主要的代谢转化器官。

进入人体内的毒物可经转化后或不经转化而排出。毒物可通过多种途径排出体外，其中最主要的是肾脏，但其他途径对一些特殊的化合物也是非常重要

的，如肺排出有毒气体及蒸气，肝及胆道排出 DDT 和铅、锰等金属，机体各内分泌腺几乎都能排泄毒物。

1. 肾脏。肾脏是从体内排出毒物极有效的器官，许多毒物经此途径排出。排毒的机理包括三种过程，肾小球过滤、肾小管扩散及肾小管分泌。其中以过滤对排泄毒物较有意义，一旦滤出后，毒物即随尿排泄。尿液中毒物浓度与血液中的浓度密切相关，因此常测定尿中毒物（或其代谢产物）以间接衡量毒物吸收或体内负荷。

2. 消化道。由胃肠道吸收入血的毒物，在肝脏代谢转化后，其产物可直接排入胆囊随胆汁排出。如铅、锰、镉、砷等均主要从肝脏排至胆囊后随粪便排泄。

3. 呼吸道。经呼吸道吸收的气体及挥发性毒物都可能由肺以原形排出。如一氧化碳、苯等。

4. 其他途径。毒物可经乳汁排出；头发、指甲并不是排泄器官，但有些毒物，如砷、汞、锰等可富集于此，因此是排出途径。

接触生产性毒物时，如果出现吸收速度超过解毒及排泄速度，就会出现毒物在体内逐渐增多的现象，即蓄积作用。此时毒物大多相对集中于某些部位。当浓度逐步提高至一定水平时，对这些部位可能产生毒作用，也有的则无明显的损害作用。由于储存库内的毒物对蓄积部位相对无害，故认为储存库对急性中毒具有缓冲作用。但在血浆中毒物浓度降低时，储存库缓慢释放出毒物，这又使其成为体内毒物的来源，是构成慢性中毒发生的一个条件。

某些毒物停止接触后在体内即检测不出，但多次接触仍可出现慢性中毒。这种情况可能是由于每次接触所产生的损害恢复缓慢，并在反复接触中逐渐加重所至。因此，有人将蓄积又分为物质蓄积和功能蓄积。

生产性毒物的毒作用方式主要有以下六个方面。

1. 局部的刺激、腐蚀作用。如强酸强碱对皮肤和黏膜的强烈刺激和腐蚀作用。

2. 阻止氧的吸收、运输和利用。如某些惰性气体及某些毒性极低或无毒的气体（如甲烷），在空气中可使氧分压降低而引起窒息；一氧化碳与血红蛋白结合形成碳氧血红蛋白，阻止了血红蛋白的携氧能力；刺激性气体引起肺水肿，影响气体交换。

3. 抑制酶的活性。如氰化氢抑制细胞色素氧化酶的活性，有机磷农药抑制胆碱酯酶的活性。

4. 改变机体的免疫功能。毒物对免疫功能的干扰有两个方面，一是兴奋诱导作用，即毒物本身作为半抗原与人体蛋白结合构成完全抗原，可诱发抗原-抗体反应，其结果是发生以变态反应为特征的职业中毒。另一是抑制消退作用，即毒物对某一器官或系统的损害造成正常功能障碍，提高其对某些疾病的易感性，这是毒物的一种非特异性作用。

5. 其他作用。有些毒物可能吸附、溶解或结合于细胞膜而使其通透性有所改变，从而影响细胞的营养代谢。

6. 某些毒物还有致突变、致癌和致畸作用等。

生产性毒物进入人体后，是否能引起中毒，受很多因素的影响，其中主要的影响因素如下。

1. 化学结构。毒物的化学结构决定其在体内可能参与和干扰的生化过程。参与程度和速度决定毒作用的性质和大小，如碳氢化合物的同系列中，随碳原子数目的增加其毒性增大，丁醇、戊醇的毒性大于乙醇、丙醇；同分异构体中，直链的毒性比支链大；成环的比不成环的大等。

2. 理化特性。毒物的理化特性对其在外环境中的稳定性、进入人体的机会及在体内的代谢转化均有重要影响。与毒性作用关系较密切者有分子量、密度、熔点、沸点、蒸气压、溶解性、分配系数等。

3. 侵入途径。有些毒物经消化道吸收毒性很小，但经呼吸道吸入毒性就强。如金属汞，经消化道侵入，几乎无毒性；但金属汞蒸气经呼吸道吸入则危害性很强。有的则经皮肤吸收毒性强，如苯胺、有机磷农药等。

4. 接触剂量。侵入机体的毒物剂量越大，危害越大。

5. 毒物的联合作用。在生产环境中，往往同时存在多种毒物，绝大部分表现为相加作用或相乘作用。如刺激性气体一般为相加作用；一氧化碳和硫化氢同时存在可出现相乘作用。相加与相乘作用统称为协同作用。极少数可表现为拮抗作用。

6. 生产环境与劳动强度。生产环境中有高温存在时，可增加毒物的挥发、促使人体吸收等。劳动强度大则可促使呼吸和血液循环加快，毒物的吸收速度也加快。

7. 个体因素。有年龄、性别、健康状况（包括有无遗传性疾病）、营养状况、烟酒嗜好等。

zhiye zhongdu

【职业中毒】 生物体因毒物作用而受到损害后出现的疾病状态，称为中毒。劳动者在从事生产劳动的过程中，由于接触生产性毒物而发生的中毒称为职业中毒。

1. 急性职业中毒。是指一次或短时间内（几秒乃至数小时）毒物大量侵入人体后引起的职业中毒。急性职业中毒大部分是经呼吸道吸入引起的，也可由皮肤吸收所引起，经口进入在职业中毒中较少见，常见于误食。最常见的有窒息性气体、刺激性气体、有机溶剂、苯的氨基化合物及有机磷中毒等。造成急性中毒的原因，大多数是由于生产设备的损坏、违反操作规程、无防护地进入有毒环境中进行紧急修理等。

2. 慢性职业中毒。是指长时间(数月或数年)较小量的毒物持续或经常地侵入体内逐渐发生一系列病征。如工人长期在毒物浓度超过卫生标准的环境中作业,或者生产过程中皮肤长期受小量毒物的污染。几乎所有毒物经呼吸道吸入均可致慢性中毒;而后者则局限于能经皮肤吸收的毒物,如有机磷、苯胺等。大多数情况下,经皮肤吸收的毒物,同时经皮肤和呼吸道两者起作用。职业中毒以慢性中毒多见,而且早期病状轻微,不易发现。因此,应做好定期体检,以便早期发现,早期治疗。

3. 亚急性职业中毒。是指介于急性与慢性之间的职业中毒。

职业中毒的临床表现因摄入的毒物不同而异,可涉及到全身各系统。

1. 神经系统。毒物进入人体后,可能造成中枢神经系统缺氧,也可直接侵犯神经组织造成神经损害。临床上表现有神经衰弱综合征和神经症状、周围神经炎、震颤、中毒性脑病及脑水肿等。

2. 呼吸系统。一次大量吸入某些气体可突然引起窒息。临床上表现为呼吸停顿、紫绀和呼吸困难等。吸入刺激性气体可引起急性或慢性鼻炎、鼻前庭炎、鼻中隔穿孔、咽炎、喉炎、气管炎、支气管炎等呼吸道炎症,甚至引起化学性肺炎、化学性肺水肿等。某些毒物则可导致哮喘等。

3. 血液系统。许多毒物能对血液系统造成损害。常表现为贫血、出血、溶血,或形成变性血红蛋白及患白血病等。

4. 消化系统。由于毒物作用特点不同,可引起急性胃肠炎、腹绞痛、口腔征象(口腔黏膜充血、糜烂、溃疡,齿龈肿胀,齿槽溢脓,牙痛,牙松动,流涎等)及急、慢性肝病。

5. 循环系统。常见的改变是中毒性心肌损害和休克。

6. 泌尿系统。有尿路刺激症状、中毒性肾损害(急性肾功能衰竭、肾病综合征、肾小管综合征等)及尿路结石。

7. 皮肤改变。有化学灼伤、接触性皮炎、光感性皮炎、痤疮毛囊炎、溃疡、角化、皲裂、变色(皮肤黑变病、白斑病、银质沉着症)、毛发脱落、指甲营养不良(白纹、色暗、变薄、变脆、匙甲或扁平甲)、皮肤疣状赘生物及癌变等。

8. 眼部改变。有刺激性炎症、化学性灼伤、色素沉着、过敏反应、眼球震颤、神经病变(视神经炎、视神经萎缩等)、白内障及视网膜血管异常,部分患者可出现视网膜微动脉瘤。

9. 其他。有骨骼病变,如氟骨症(骨皮质增生、骨密度增高、韧带和肌腱附着处钙化、骨关节痛、运动障碍),骨质稀疏,指端溶骨症,骨坏死等

10. 烟雾热。如吸入锌、铜等金属烟后,可引起发热,称"金属烟雾热"。

职业中毒的治疗应遵循如下原则:

1. 阻止毒物继续进入体内。急性中毒时,应尽快使患者脱离中毒现场,搬至空气流通处;防止皮肤吸收及灼伤,应立即脱去被污染的衣服,清除皮肤污染;口服非腐蚀性毒物者,应立即催吐及洗胃。慢性中毒患者,应调离有毒作业,进行治疗。

2. 消除进入体内毒物的作用。使用特殊解毒剂消除已进入人体内毒物的毒作用。目前常用的特殊解毒剂如下。

(1)氨羧络合剂。氨基多羧酸能与多种金属离子络合成无毒的金属络合物,并排出体外。如依地酸二钠钙(乙二胺四乙酸二钠钙)和二乙三胺五乙酸三钠钙(促排灵),主要用于治疗铅、镉、镍、锰、铁等金属及放射性元素中毒。

(2)巯基络合剂。这类解毒剂是碳链上带有巯基,主要保护人体巯基酶免受金属抑制,已被抑制的也可恢复活性。如二巯基丙醇,主要用于治疗急慢性砷、汞中毒及锑、镉、镍、金中毒及肝豆状核变性病;二巯基丙磺酸钠,主要用于治疗急慢性砷、汞中毒及铋、钴、锑、铬及放射性金属钋中毒;二巯基丁二酸钠,主要用于锑、砷、铅、汞等中毒;青霉胺主要用于汞、铜中毒及肝豆状核变性病;β巯乙胺主要用于镭引起的放射病、铊中毒及急性四乙基铅中毒;二乙基二硫代氨基甲酸钠,主要用于急性羰基镍中毒。

(3)其他特效解毒剂。如高铁血红蛋白还原剂——美蓝(亚甲蓝);氰化物中毒解毒剂(亚硝酸异戊酯、硫氰化物生成剂、硫代硫酸钠、含钴络合剂依地酸钴);化学拮抗剂(钡盐中毒用硫酸钠洗胃或10%硫酸钠静注,氟化物中毒用钙剂对抗,铊中毒用双硫腙,溴中毒用氯化钠对抗)。

3. 加速毒物的排出。中毒程度较重,且毒物能被透析出体外或已发生肾功能衰竭者,可用透析疗法,使毒物通过透析膜而排出体外;给予高渗葡萄糖、利尿剂及脱水剂也有利于毒物的排出;一氧化碳及某些有机溶剂中毒时,可采取给氧的方式,这样不仅改善组织缺氧,而且有利于毒物的解离,并由呼吸道排出。

4. 对症治疗。根据症状采取相应的治疗措施。

zhiaiwu

【致癌物】 凡是能引起人类或动物肿瘤的外源性化学物质均称为致癌物。根据其进入人体后是否经过生物转化又可分为直接致癌物和间接致癌物两种。直接致癌物是指致癌物进入机体后不需经过代谢转化,能直接作用于细胞的大分子化合物,如DNA、RNA和蛋白质等引起肿瘤的物质。间接致癌物是指致癌物

进入机体后需经代谢活化才具有致癌作用的物质，代谢活化的反应有羟化作用、环氧化作用、脱烷基作用等。另外，还有一些物质本身不致癌，但它对已转化的细胞有促进癌变的作用，可使潜在的癌瘤细胞加速显现与生长，称其为促癌物。

生产环境中往往有致癌物或致癌物与促癌物同时存在。长期接触这些物质可引起癌瘤。化学毒物经动物实验证明能致癌的已有800多种，但人体证实的不多，只有多环芳烃类、芳香胺类、有机醚和有机酯类、某些金属、类金属及其盐类、石棉等。根据一些资料的推论，由化学物质引起的癌症占总发病率的70%左右。其他还有物理因素，如放射性物质、X射线和紫外线等。

zhiyexing pifubing

【职业性皮肤病】 职业性皮肤病是指劳动中以化学、物理、生物等职业性有害因素为发病的决定性原因而引起的皮肤及其附属器官的疾病。皮肤与周围环境接触最多，任何生产性不良因素，皮肤总是最先接触，因而职业性皮肤病在职业病中占有较大的比例。但随着自动化设施增加，此病发生率有所下降。如美国在20世纪60年代统计的职业性皮肤病在所报告的职业病中占65%～70%，20世纪80年代下降到42%左右。

接触性皮炎是职业性皮肤病中发病率最高、致病物种类最多、涉及行业最广的一种类型，主要由化学因素引起。按其发病机理又可分为刺激性皮炎、变应性皮炎、光感性皮炎和电光性皮炎等。

职业性痤疮的发病率仅次于接触性皮炎，主要由焦油、沥青、高沸点馏分的矿物油，以及氯化物如氯萘、氯苯等引起。氯痤疮以黑头粉刺为主，常并发皮脂囊肿。矿物油引起的痤疮主要发生于接触部位，任何年龄均可发生。

职业性皮肤黑变病是指劳动或作业环境中存在的职业有害因素（如煤焦油、石油及其分馏产品，橡胶配合剂等）作为外因，而引起的具有特殊形态的慢性皮肤色素沉着性疾病，约占职业性皮肤病的2%～5%。

职业性皮肤溃疡主要是指铬、铍、砷等化合物的腐蚀作用引起的具有特殊外观的“鸡眼状溃疡”，好发于手足部背，特别是指腕关节处。皮肤溃疡也可发生于化学性烧伤之后，溃疡的深浅取决于化学烧伤的急救处理是否及时。

职业性疣赘发生于长期接触沥青、焦油、页岩油的工人，在接触部位可见到外观和青年扁平疣相似的赘生物，也有少数呈寻常疣状。好发于手背、前臂及阴囊等接触部位。减少或脱离接触后，往往可以消退，极少数可转变为上皮癌。石棉纤维刺入皮肤而发生的寻常疣样损害，称为石棉疣。

职业性皮肤干燥、角化、皲裂只是皮肤损害的一系列体征，是由于长期接触有机溶剂和碱性物质引起的局部脱脂，进而皮肤干燥以致发生皲裂，主要发于手掌部。

职业性皮肤病的预防措施关键是隔断接触。首先是改善劳动条件，生产设备的密闭化、管道化，操作的自动化、机械化，是避免皮肤接触毒物的根本措施。其次是加强个人防护，个人防护用品和皮肤防护剂均可发挥一定的作用。此外，搞好生产环境和个人卫生也是最有效的措施之一。

zhiyexing yanbing

【职业性眼病】 在工农业生产中，常因接触化学物质和辐射线引起化学性和辐射性眼损伤，均称为职业性眼病。

化学性眼病又分接触性眼病和中毒性眼病。接触性眼病系化学物质直接作用于眼部所致，主要为酸类或碱类化学物质对眼部所造成的损伤，在化工厂较为多见，农业上则多为应用氨水等化肥不慎而引起。接触低浓度的酸碱，眼部可有刺激现象，出现刺痛、畏光、流泪、充血、水肿；浓度较高的酸碱可立即引起眼部灼伤，出现眼部剧痛、结膜水肿、坏死，角膜混浊肿胀、溃疡以至穿孔等。中毒性眼病是毒物通过皮肤、呼吸道或消化道进入体内所产生的眼部症状或病变，它可能是全身中毒的一部分，或是毒物单一对眼部的损害。常见毒物有二硫化碳、铅、铊、甲醇、三氯乙烯、有机汞、有机砷、锰、三硝基甲苯、有机磷、一氧化碳、溴甲烷等。其中三硝基甲苯可引起白内障，其特征为晶体周边部有多数细小灰黄色点状混浊，彻照法检查为多数楔状混浊构成的环状暗影，楔底向外，尖向内。

辐射性眼病是由辐射线如γ射线、β射线、X射线等电离辐射性射线和紫外线、红外线、微波等非电离辐射性射线引起的眼部损伤。γ射线、X射线主要引起白内障，β射线可引起角膜结膜炎，大剂量也可导致白内障。紫外线常引起角膜结膜炎，红外线可引起白内障和视网膜灼伤。紫外线角膜结膜炎又称为电光性眼炎，由光源或热源紫外线所引起，是最常见的辐射性眼病，常发生于电焊工人。红外线白内障又名锻工白内障和吹玻璃工白内障，发生于锻铁、吹玻璃、炼钢等作业。红外线视网膜灼伤又名日蚀盲，发生与看日蚀、注视高温炉火、看太阳等。微波对眼的损害主要是引起白内障，主要表现为晶体后囊下皮质有似“锅巴底”状混浊，间有彩色斑点，同时前囊下皮质有薄层片状混浊。电离辐射性白内障主要表现为晶体后囊下皮质出现细点状混浊，并有空泡，混浊逐渐加重形成盘状以及蜂窝状改变，直至整个晶体混浊。

shengwu yinsu suozhi zhiyebing

【生物因素所致职业病】 生物因素所致职

业病是指在特殊工作场所因感染细菌或病毒而患的传染病,多为人畜共患传染病。目前,我国法定的生物因素所致职业病有布鲁氏杆菌病、森林脑炎和炭疽。

布鲁氏杆菌病是由布鲁氏杆菌引起的人畜共患的传染病,其主要传染源为患病的绵羊和山羊,其次是猪和牛等。布鲁氏杆菌经破损的皮肤、黏膜及消化道、呼吸道等途径侵入人体,但以皮肤接触及消化道感染最为常见。本病潜伏期为5~60天,平均为两周。主要发生在挤奶工、屠宰工、兽医、皮毛工、饲养工及农民等人群,有明显的职业特点。此病多数缓起,以高热、寒战等急剧起病者仅有10%~27%。关节痛最为明显,且呈游走性,见于膝、肩、腕、肘等大关节,与风湿热类似,常因此被迫卧床。神经痛、睾丸痛也是此病特征。此外,还可有头痛、下背酸痛等多种症候群。预防本病的重要措施是对牲畜连续性和连片性免疫3~5年。隔离病畜,做好消毒工作,以及做好个人防护也十分重要。

森林脑炎是由带有脑炎病毒的蜱叮咬人体后使人感染而发病的。由于这种蜱主要生活在以针叶树为主的针阔叶混交林,因此本病主要发生在森林调查员、林业工人、筑路工人等与森林有关的人员。林业工人中的集材工和采伐工,其森林脑炎的发病率高于其他工种,其中使用畜力的集材工发病率最高。本病的潜伏期为7~12天,约半数病人的潜伏期为10~12天,最短为7~8天。受感染后约有1%的人呈典型症状,出现明显的脑膜刺激症状,意识障碍和肩胛肌、上肢瘫痪等。该病的严重程度与潜伏期的长短有一定关系,潜伏期短者症状不十分严重,恢复后很少留有后遗症。长潜伏期者重症较多,且大部分留有严重的后遗症。预防本病的重点在于提高人群免疫性和防蜱,主要措施是接种灭火疫苗和控制传染源。

炭疽病是由炭疽杆菌引起的人畜共患的急性传染病。人主要因直接或间接接触患病动物而感染。传染源以羊、牛、马、骡等草食动物最为重要。在中国,北方主要传染源是羊,而南方主要是牛。相对来说,狼、狐狸、狗、猫、豹、獾及水貂等肉食动物,对炭疽杆菌易感性较低,发病较少。人接触污染的水、土壤、器械、物品、衣物也可患病。此外,牛虻、蚊虫等叮咬病畜后再去叮咬健康人群,也可引起皮肤炭疽。本病的发生与职业有关。工业炭疽多为皮、毛、鬃、尾加工和屠宰工人、收购人员;农业炭疽见于农民、牧民和兽医等,其次是护理、饲养、放牧使役等人员。本病潜伏期2~3天,短到12小时,长达12天。临床症状可分为皮肤型、肺型、肠型、脑膜炎型等四型,其中以皮肤型最为多见,占90%以上。为预防本病,接种"人用皮上划痕炭疽的减毒活菌苗"效果很好,应在本病流行前4~5个月接种完毕,连续接种三年。对牛、羊、马等家畜也应进行菌苗接种。

zhiyexing zhiai yinsu

【职业性致癌因素】 长期存在于工作环境中的致癌因素,称为职业性致癌因素。职业性致癌因素最常见的是化学致癌物和某些生产过程,后者是致癌因子尚未完全明了的工业生产过程。迄今国际上比较公认的人类化学致癌物或工业过程有39种,其中21种是肯定的,18种尚未最后肯定。

根据流行病学调查和动物实验结果,职业致癌物可分为三类:

1. 确认致癌物。是指在流行病学调查和动物实验中都已有明确证据,表明对人有致癌性的物质。如煤焦油、苯并(a)芘、沥青、页岩油、矿物油、石蜡、炭黑、木馏油、石棉、铬酸盐、镍及其盐类、砷、α-萘胺、β-萘胺、联苯胺、4-氨基联苯、芥子气、氯甲醚、双氯甲醚、异丙基油、氯乙烯、氯丁二烯、苯、硬木尘、放射性物质等。

2. 可疑致癌物。这类物质有两种情况:一种是临床上已见个别癌肿病例,但尚未经流行病学调查所确切肯定者,如镉、铍、铜、铁等;另一种是已在多种动物,特别是与人类血缘相近的灵长类动物中致癌试验阳性,对人致癌的可能性甚大者,如亚硝胺等。

3. 潜在致癌物。这类物质在动物实验中已获阳性结果,但在人群中尚无资料表明对人有致癌性,如钴、锌、铅、硒等。

zhiyexing zhongliu

【职业性肿瘤】 在工作环境中长期接触职业致癌因素,经过较长的潜伏期,而患某种特定的肿瘤,称为职业性肿瘤。由于某些致癌物对人体致癌与否和各国政府是否把此种致癌物所致癌症列为规定的职业病是两回事,因此各国规定的职业性肿瘤的种类有所不同。我国在重点调查研究的基础上。在新修订的职业病名单中列入的职业性肿瘤有8种:联苯胺所致膀胱癌、石棉所致肺癌或间皮瘤、苯所致白血病、氯甲醚所致肺癌、砷所致肺癌或皮肤癌、氯乙烯所致肝血管肉瘤、焦炉逸散物所致肺癌、铬酸盐制造业所致肺癌。

职业性肿瘤的发病有以下特点:

1. 好发部位。职业性肿瘤往往多在致癌因素作用最强烈、最经常的部位发生,因此其有比较固定的好发部位或范围。如皮肤和肺是致癌物进入机体的主要途径和直接作用的器官,故职业性肿瘤也多见于皮肤和呼吸系统。但有时可能累及同一系统的邻近器官,如致肺癌因素偶可引发气管、咽喉、鼻腔和鼻窦的肿瘤;也可能发生在远隔部位,如皮肤接触芳香胺,而导致膀胱癌;同一致癌物也可能引起不同部位的肿瘤,如砷可引发肺癌和皮肤癌。此外,还有少数致癌因素引起肿瘤范围较广,如电离辐射可引起白血病、肺癌、皮

肤癌和骨肉瘤等。

2. 发病条件。职业性肿瘤的发生,需具备一定的条件。首先,所接触物质的化学结构,如萘胺的同分异构体中的β异构体为强致癌物,而α异构体则为弱致癌物。第二,接触途径,如不溶性的铬酸盐及镍盐,仅于吸入时致癌,经口或皮肤涂布都无致癌作用。第三,接触剂量和时间,如接触总剂量、接触浓度、接触时间长短或年限等。除职业接触史外,非职业接触史也有影响。

3. 发病年龄。肿瘤从单个恶变的细胞开始,需要有30代以上的增殖,才能达到一定数量和体积。一般来说,重量达到数克时才能被发现。故肿瘤发病的潜伏期较长。如石棉致间皮瘤可达20~60年,平均42年。但也有少数的潜伏期很短,如苯致白血病,最短者仅需4个月。一般认为职业性肿瘤的潜伏期多在10年以上。

由于潜伏期较长,故患职业性肿瘤的年龄常在40岁以上。据近年观察,职业性肿瘤的发病年龄有明显提前的趋势。一般来说,职业性肿瘤发病年龄比非职业性同类肿瘤为早,如芳香胺引起的泌尿系统癌变,发病年龄以40~50岁最多见,较非职业性的早10~15年。

4. 病理类型。职业性肿瘤往往由于致癌物不同而各具一定的病理类型。如铀矿工肺癌大部分为未分化小细胞癌,铬多致鳞癌;家具工因吸入硬木屑所致鼻窦癌大部分为腺癌。一般认为,接触强致癌物以及高浓度接触所致肺癌多为未分化小细胞癌,反之则多为腺癌。

5. 高危职业。据流行病学调查结果,已证实一些工业过程有高度致癌危险性。其可能致癌因素,除个别尚未肯定外,大多数均已明确。如铝生产中的多环芳烃、鞋制造和修理业中的苯、焦炭生产中的多环芳烃、家具制作业中的木尘等。

识别和确认职业性肿瘤,主要通过三条途径。

1. 临床观察。许多职业性肿瘤的发现是在临床观察开始的。如1775年英国外科医生Pott,从大量病例中揭示出阴囊癌与扫烟工作之间的联系;1964年英国耳鼻喉科医生Hadfield发现家具制作工中老年人多发鼻窦癌,怀疑与职业史有关;同时陆续出现的报道如接触煤焦油的工人易患皮肤癌;接触放射性物质人员多发肺癌、白血病;生产品红染料的工人好发膀胱癌等均源于临床观察。

2. 实验研究。用可疑致癌物作动物致癌试验,观察是否引发与人类相似的肿瘤,是证明职业因素致癌的重要依据之一。如氯乙烯和氯甲醚类所致的职业性肿瘤,就是有动物实验得出肯定结果,再向接触人群得出而证实的。但是,由于动物和人的种属差异,实验条件和生产环境迥异,因此对致癌作用的反应有很大不同。如DDT可诱发实验小动物的肿瘤,但在大量接触DDT的职业人群中,迄今未见有与之有关的肿瘤病例报告;反之,砷和苯等已经流行病学证实对人致癌,但实验动物诱发肿瘤试验未获完全成功。另外,从动物实验的大剂量接触外推到人的小剂量接触问题也有待于解决,故不能单凭动物试验结果轻率地作出对人有无致癌作用的结论。

3. 流行病学调查。要确定某种职业性致癌因素对人的致癌性,必须通过流行病学调查。在人群中得到确切证据,关键是在错综复杂的因素中要确定职业因素与某种肿瘤发病之间是否存在因果关系。应用分析流行病学方法,进行定群研究和病例—对照研究是探索因果关系的有效途径。如调查结果说明两者有联系,还须注意到该联系是否具备以下特点。

(1)病因联系强度足够大。即接触组与对照组比较,前者的相对危险度要大得多。例如,在一定范围的人群中,总的肿瘤发病率增加,出现所谓异常集群的病例。一般来说,联系的强度越大,作为病因的可能性也越大。此外,也要注意在某一职业人群中通常属罕见的发病率极低的肿瘤出现高发现象。此时不应强调以全厂工人作基数来进行统计分析,以免掩盖实际接触人群中的高发病率。

(2)接触后果呈一致性。多数肿瘤患者均有与某种可疑物质或因素的接触史,特别是不同厂矿接触同一物质或因素的人群均见某种肿瘤发病率增高,这对确定肿瘤病例的职业病因很有帮助。

(3)存在接触水平—反应关系。如癌症发病率的高低随人群中接触可疑物质或因素的水平而异,提示很可能存在接触水平—反应关系,这对病因的分析很有帮助。但在职业性肿瘤中,由于长期的剂量资料不易获得,若空气浓度变化较小,而测定资料又不多时,暂可利用接触年限长短,来估计接触剂量并进行分析。

(4)有其佐证资料。如癌症高发年龄提前,这可能是因工人与致癌物接触较早和某些致癌物致癌作用较强有关,其职业性肿瘤发病年龄比非职业性同类肿瘤为早。

(5)肿瘤发病的性别比例异常。一般情况下,几种常见的肿瘤如肺、胃、肝、食道癌等的发病率都是男性明显高于女性,但职业性肿瘤的性别比例有趋于相等的趋势。

总之,从临床上发现可疑的职业肿瘤病例后,必须进一步掌握流行病学证据,尤其要从接触某种可疑致癌物的人群中,发现足够数量的具有共同特征的肿瘤病例,才能确定其与职业接触的联系。

职业性肿瘤由于致癌因素比较清楚,有可能采取相应的措施加以预防,或将其危险度控制在最低水平。

具体措施如下：

1. 加强对职业性致癌因素的控制和管理。对已知的致癌因素采取适当的控制措施是职业性肿瘤发病的根本手段。

(1)建立致癌物的管理登记制度。可与化学品登记注册制度并行，但前者对致癌物的登记管理更为严格。

(2)加强环境监测。对环境中致癌物的浓度要进行经常性定期监测，以便能较准确地估计人体的接触水平。

(3)改革工艺流程、加强卫生技术措施。预防工业毒物中毒的一般性措施在职业性肿瘤的预防工作中同样适用，其中包括加强原料的选用、降低和规定产品中致癌杂质的含量等。这样，可使作业工人基本上不接触致癌物。对于不能立即改变工艺路线或目前也无法代替的致癌物，工业部门需严密采取综合措施，控制工人接触水平。

2. 对致癌物的限制和使用定出规程。一般可将致癌物分为两大类：一类为可避免的，如亚硝胺等；一类为在目前仍需使用的工业化学物，如氯乙烯等。对前者应停止生产和使用，对后者则可根据现有资料，提出暂行标准，严格控制接触。至于新的化学物质，则应作致癌性筛试，发现致癌性强者，应停止生产和使用。

3. 健全医学监护制度。除按一般规定进行就业前体检，以便发现就业禁忌征和保存必需的基础资料外，还应着重健全定期体格检查制度。对接触职业性致癌因素的人群进行定期体格检查，是早期发现，及时处理癌前病变病人的重要措施。另外，检查项目要有针对性，应根据不同工作性质及致癌物可能损害的部位进行专科检查。对肿瘤高危人群医学监护进行的检查项目和方法应满足下列条件：简便、敏感、易行，能检出肿瘤前期的异常改变或在早期阶段的肿瘤。

4. 加强宣传教育、注意个人卫生。其原则与预防其他职业中毒相同，应特别强调的是：处理致癌物时，应严防污染厂外环境；工作服应集中清洗，去除污染；许多致癌物与吸烟有协同作用，应在接触人群中开展戒烟的宣传。

5. 逐步建立致癌危险性预测制度。致癌危险性预测对加强预防为主、有效管理致癌因素及为制定法规提供依据等，均具有重要意义。危险性预测与流行病学调查和毒物实验密切相关。建立一些快速筛检致癌性的方法，作为动物实验的预筛。在流行病学监护和毒物实验的配合下，致癌危险度评定可提供重要的定性和定量信息。

fangshexing zhuoye

【放射性作业】 一般将下列作业称为放射性作业：①铀、钍矿石等核原料的勘探、开采、冶炼和加工作业等；②核原料和原子反应堆的生产、使用和研究等作业；③X射线装置的使用和对这些装置所进行的检查；④X射线管或高压整流二极管的通气、漏束或随着X射线的发生，以及对这些管子进行的检查工作；⑤回旋加速器、电子感应加速器，以及加速其他带电粒子的装置的使用或由此而引起的电离辐射；⑥装备放射性物质的机器的屏蔽作业。

dianli fushe dui renti de yingxiang

【电离辐射对人体的影响】 电离辐射过量照射人体可致严重后果。人体受各种电离辐射照射而发生的各种类型和程度的损伤(或疾病)总称为放射性疾病。包括：①全身放射性疾病，如急、慢性放射病；②局部放射性疾病，如急、慢性放射性皮炎、放射性白内障；③放射性辐射所致远期损伤，如放射线所致白血病。目前，我国已将放射性疾病归为国家法定职业病。

人体在短时间内接收放射能后立刻产生的伤害称为急性放射性损伤。就其损伤程度而言，当发生周身性损伤时，往往感到恶心、呕吐、食欲不振、头痛、周身疲倦。如果继续接受照射，就会出现严重呕吐、下泻、出血等症状，甚至死亡。

当发生皮肤损伤时，往往会产生红斑、水疱、溃疡等症状。对血液的损伤会造成白血球减少和淋巴细胞的减少、血小板的降低和贫血等症；再严重会对造血器官造成损伤，从而发生再生性贫血。对生殖器官的损伤，则将会有一段时间的无精子或闭经状态。此外，还有可能造成消化系统和中枢神经系统的损伤。对于轻度损伤者尚能恢复健康。

从狭义上讲，人体长时间接受放射线照射而引起的损伤称为放射性慢性损伤。但从广义来讲，放射性慢性损伤有两种：一种是放射性急性损伤没有完全治愈而遗留下来的损伤；另一种是长时间接受小剂量照射而引起的损伤。

放射性慢性损伤的症状有：慢性皮肤损伤常见的有毛发脱落、毛细血管扩张、皮脂腺和汗腺萎缩，皮肤干燥、角质化，皮肤增厚，指纹消失等现象；血液损伤有慢性白血球减少，多核白血球减少，造血器官损伤等；生殖器官的损伤将产生无精子、无月经、不妊娠等症状。

电离辐射对人体损伤的生物学作用机理，一般认为可有：①原发作用，即电离辐射直接作用于对生命有重要意义的大分子，如脱氧核糖核酸、核蛋白及酶类，使其发生电离、激发或化学键断裂，引起分子变性和结构破坏。也可以是电离辐射作用于人体的水分子，发生电离或激发，产生大量具有强氧化作用的 OH、HO_2 自由基，再同细胞内有机化合物相互作用，引起变性，继而在体内产生一系列生物学效应。②继发作用，是在一系列原发作用基础上，染色体发生畸变，基因移位或脱失而致细胞核分裂抑制，产生病理性核分裂等；酶

系统对射线极为敏感，由于酶失去活性也可产生一系列病理变化。

fangshexing wuzhi guanli quyunei de fanghu yongpin
【放射性物质管理区域内的防护用品】

在放射性物质的管理区域内的操作人员，或者进行紧急作业的人员，为了确保作业人员的安全，应当根据放射性污染的程度，使用防毒面具、防尘面具、软管面具、氧气呼吸器等有效的防护用品。

对污染超过规定限度的1/10的作业环境，操作人员必须穿戴专用的防护衣、防护手套，或在有其他屏蔽防护用品的防护下进行作业。

fangshe shigu guanli
【放射事故管理】 我国有关法规规定，于中华人民共和国境内生产、销售、使用、转让、运输、储存放射性同位素及射线装置过程中发生的放射事故的处理，实行部门负责、分级管理和报告、立案制度。卫生部和公安部按照有关规定的职责范围，负责监督、管理和指导全国放射事故的调查处理工作。设区的市级以上地方人民政府卫生行政部门、公安机关在各自的职责范围内，负责放射事故的调查处理和监督管理工作。县级人民政府卫生行政部门、公安机关协助上级人民政府卫生行政部门、公安机关调查处理放射事故。卫生行政部门负责调查处理人体受到超剂量照射的放射事故，公安机关协助调查；公安机关负责调查处理放射性同位素丢失、被盗的放射事故，卫生行政部门协助调查。

放射事故按人体受照剂量或者放射源活度分为：一般事故、严重事故和重大事故。如果是混合放射事故，按其中最高一级判定。发生或者发现放射事故的单位和个人，必须尽快向卫生行政部门、公安机关报告，最迟不得超过2小时。《放射事故报告卡》由事故单位在24小时内报告。造成环境放射性污染的，还应当同时报告当地环境保护部门。

发生人体受超剂量照射事故时，事故单位应当迅速安排受照人员接受医学检查或者在指定的医疗机构救治，同时对危险源采取应急安全处理措施。发生工作场所放射性同位素污染事故时，事故单位应当：①立即撤离有关工作人员，封锁现场；切断一切可能扩大污染范围的环节，迅速开展检测，严防对食物、畜禽及水源的污染。②对可能受放射性同位素污染或者放射损伤的人员，立即采取暂时隔离和应急救援措施，在采取有效个人安全防护措施的情况下，组织人员彻底清除污染，并根据需要采取其他医学救治及处理措施。③迅速确定放射性同位素种类、活度、污染范围和污染程度。④污染现场尚未达到安全水平以前，不得解除封锁。

发生放射源丢失、被盗事故时，事故单位应当保护好现场，并认真配合公安机关、卫生行政部门进行调查、侦破。事故发生地卫生行政部门接到事故报告后，应当立即组织有关人员携带仪器设备赶赴事故现场，核实事故情况，估算受照剂量，判定事故类型级别，提出控制措施及救治方案，迅速进行立案调查。事故发生地公安机关接到事故报告后，应当立即派人赶赴事故现场，负责事故现场的勘查、收集证据、现场保护和立案调查，并采取有效措施控制事故的扩大。



五、产业安全

(一)矿山安全

kuangjing anquan chukou

【矿井安全出口】 指建井设计中保障一旦发生矿山灾害时人员能从井下安全撤到地面的出口。

每一矿井必须有两个以上能行人的安全出口,出口之间的直线水平距离必须符合矿山安全规程的要求。

不允许任何矿井独眼生产。因为矿山、井下一旦发生爆炸、火灾、透水、冒顶,仅有的一个出口如被堵断,撤离工作面的矿工将无法生还,无路撤到地面。所以,每个矿山井工采矿时,必须设计有一定安全间距的两个以上的能撤退人员的安全出口。这是保证安全生产最基本的需要,也是矿井设计第一要素。

设计两个以上安全出口也是形成通风系统,构成贯通风流,防止串联通风,创造采区独立通风,并联网路的必要条件,以利于通风排瓦斯,形成有效的排尘风速,稀释有毒有害气体,改善井下气象条件。

关于两个安全出口间间距,《煤矿安全规程》规定:"每个生产矿井必须有两个能行人的通往地面的安全出口,各个出口的距离不得小于30 m。"《化学矿山安全规程》与煤矿的要求相同。《冶金矿山安全规程》和《铀矿安全规程》均规定,两个出口间的距离不得小于100 m。

关于增设安全出口问题,《煤矿安全规程》还规定,井下通风设计采用中央式通风系统时,除中央进风井与出风井两个安全出口外,必须建立井田边界附近的安全出口。

大型金属矿,如矿床地质条件复杂,走向长度一翼超过1 km,除中央并列两井筒作为安全出口外,应在矿体端部的下盘岩体内增设安全出口。

任何矿山井下每一水平(中段)和各个采区都必须至少有两个便于行人的安全出口,并与通往地面的全矿安全出口相连通。

通往地面的安全出口和两采掘阶段(水平)之间的安全出口,坡度在45°以下时,必须设置扶手、台阶和梯道;坡度大于45°时,必须设置梯道间或梯子间。斜井梯子间必须分段错开设置,每段长度应小于10 m。竖井梯子间中安装的梯子斜度不得大于80°,相邻两平台的垂距不得大于8 m。

kuangzhu

【矿柱】 指为保护地貌、地面重要建筑物、构筑物和主要井巷,分割采区和矿井,防水、防火,留下不采或暂时不采的部分矿体。

矿山开采所留设的安全矿柱、岩柱,根据用途不同,分为保护地面建筑及井筒的矿(岩)柱、开拓矿(岩)柱、采区矿(岩)柱。

1. 保护地面建筑物及井筒的矿柱

地面建筑物可分为3级:第Ⅰ级保护级别的有立井井筒、井架、提升设备、跨度大于20 m的桥梁的桥台、大河的河床、水库、有泄水设备的堤堰、110 kV以上的高压输电线路、洗煤厂、选矿厂、5层以上的公用或民宅房;属于第Ⅱ级保护级别的有:辅助通风机、斜井井筒、铁路干线路基、跨度小于20 m的桥梁的桥台、地方性的地下煤气通道、地区主要管道、矿属工厂、3~4层砖房、医院、学校;属于Ⅲ级保护级别的有:最主要水道建设、天然水池、人工水池、河床、有水的山谷、斜井通风井、地方铁路、架空索道的支架、矿用机车库、矿山中型机械厂及1~2层房屋。

计算安全矿柱尺寸时,为避免测量及参数误差,计算受保护面积时,应在受保护对象的外侧加一围护带,对Ⅰ级保护级别的地面建筑物及主要井筒,围护带的宽度为15 m;Ⅱ级保护级别的建筑物,围护带的宽度为10 m;Ⅲ级保护级别的建筑物,围护带的宽度为5 m。

为保护主要倾斜巷道,对开有主要倾斜井巷的矿层,到下部各层间垂直安全距离均小于安全深度时,其下部各层均需留设安全矿柱。

立井的井筒深度及工业广场下的煤层赋存深度应小于安全深度。不论煤层倾角大小,立井井筒和工业场地上的建筑物都须留设一个总的安全矿柱。如煤层赋存深度大于采掘安全深度时,不分煤层倾斜角,均应留设井筒安全矿柱,而对工业广场上井筒附近的建筑物,按其使用意义在安全深度水平以下可不留设安全矿柱。

在地形比较简单、无滑坡和陡壁的地区,当缓倾斜和倾斜的薄及中厚煤层,单层采深与采厚的比值应大

于40,厚煤层分层采深与采厚的比值应大于60。对工业企业铁路线路可不留设矿柱,但应采用长壁陷落法进行开采。当薄及中厚煤层单层采深与采厚的比值大于60,厚煤层分层采深与采厚的比值大于80时,对网路Ⅲ级的铁路线可不留设矿柱,亦应采用长壁陷落法进行开采。

2. 地面建筑物下、铁路或水体下开采的安全规程

矿井在建筑物下、铁路或水体下开采时,必须建立观测站,及时观测地表的移动与变形,查明冒落带和导水裂隙带的高度以及水文地质变化等情况,取得实际资料,作为矿区"三下"开采的依据。

在建筑物下、铁路下、水体下"三下"开采时,必须经过试采,并按照建筑物、铁路、水体的重要程度及可能受到的影响,编制专门的开采设计。

一般建筑物下的开采设计,必须报矿务局总工程师批准,省矿山主管部门备案。

重要建筑物下、铁路下及水体下的开采设计,必须报省矿山主管部门批准,国务院行业主管部门备案。

试采前必须完成建筑、铁路或水体工程的技术情况调查及加固工作。对此还必须及时观测,发现建筑物、铁路或水体受到开采的影响都必须及时报告、维修,确保安全。试采结束后,必须提出试采报告,报原批准部门审查。

3. 井下边界(境界)留设的矿柱

矿山开采所留设的井下境界和巷道矿柱,其目的是防水、防火、防漏风和防止瓦斯泄出,这关系到作业场所的安全,也与邻矿的安全有密切关系。

境界矿柱,指井田勘探境界和可采境界,这两种境界可不留设矿柱;相邻矿井间的境界、分界处,必须留设隔离矿柱,参考尺寸为两井田之间各留20 m;如果两井田是以不含承压水的断层作为境界时,断层两侧也必须留有30 m隔离矿柱。对于新建矿井和被淹矿井间的隔离矿柱的尺寸,可依防水要求计算确定。对于火成岩体边界线的矿柱,可依变质情况确定。对于丘陵山地、覆盖层不含水的露头线的矿柱,其垂深不大于20 m。对于露天与井下边界,若露天寿命小于矿井寿命,与露天坑底的隔离矿柱按井下开采冒落带高度确定;若露天寿命大于矿井寿命,其隔离矿柱可留10 m以下。

4. 主要巷道和采区矿柱

煤矿的主要巷道和采区都要留设安全煤柱。对于煤层大巷,其上下两侧各留20~50 m煤柱;两条煤层大巷之间,留设30~80 m宽的煤柱;沿煤层开掘的回风大巷两侧各留20~30 m的煤柱;开掘在煤层中的两条回风大巷之间,应留有20~40 m宽的煤柱。

采区煤柱:对于薄及中厚煤层,两采区之间应留有10 m宽的煤柱;采区上(下)山的一侧应留20 m宽的煤柱;采区上(下)山两条巷道之间,应留20~25 m宽的隔离煤柱;对于分阶段巷道之间,应留有8~15 m的煤柱。对于厚煤层,两采区之间应留有10 m宽的边界煤柱;采区上(下)山巷道的一侧应留有30~40 m宽的煤柱;采区上(下)山巷道之间应留有20~25 m宽的煤柱。急倾斜厚煤层的上、下小阶段之间,应留有3~5 m宽的煤柱。

kuangshan kaicai de anquan tiaojian

【矿山开采的安全条件】 指开矿必须具备的保障安全生产的最基本的条件。

井工、露天、乡镇矿山都必须依据各该矿种行业的安全规程创造安全条件,不具备下述条件者不得进行开采。

1. 井工开采矿山生产系统的安全条件

矿井生产是在变化多端的自然矿层中进行的,经常移动工作面,受矿床的赋存条件、地质构造、顶板岩性、水文地质、有害有毒物质、爆炸性瓦斯等不安全因素和恶劣的环境条件所制约。矿井生产系统安全条件包括采掘的条件、采矿方法与顶底板围岩性质是否适应,地压状况及支护形式、通风系统是否正确合理,风压、风量是否足够,分区通风状况,串联风的有无、漏风大小,瓦斯涌出量和采掘工作面瓦斯浓度及防止瓦斯爆炸措施的实施,铀矿氡及其子体的析出及其防氡措施是否可靠,井下供电系统安全情况,平巷、斜井运输和竖井提升的安全装置运行的可靠性,保险防坠、防跑车装置运行情况,防止突然涌水的工程设施,探水放水措施的实施及排水系统的完善情况等等。

在物质、设备方面的安全条件包括:支护材料的贮运供应;采掘机械的坚固性、安全性和运转可靠性;电气设备的防爆性及安全检测仪表的精确性等等。

生产管理方面的安全条件包括安全机构及安全专职人员的设置、分工。顶板管理及瓦斯检测制度的实施,防止粉尘危害的防尘工作制度和防止矿尘爆炸的洒水除尘制度,安全生产责任制及组织与技术措施的先进性,安全教育与培训的普及性与经常性等等。

生产作业环境的安全条件主要指采矿场和采煤工作面、掘进巷道工作面及周围空间的空气质量、风量、风速、气温、湿度、有害有毒气体浓度等;顶板稳定性及顶板地压的检测;爆破安全制度及爆破后通风排烟的有效性;采场和工作面运输机安全布置及巷道人行道的宽度及安全间距等等。

在井口、井筒及井底车场方面的安全条件包括:井口及其地面建筑物、构筑物的位置的安全性,应不受地表塌陷、山洪暴发、雪崩、地表水系的威胁,不受地面工业烟尘的危害;井筒和井底车场及主要巷道应避开含水层、断层破碎带、岩溶发育区和流沙层,开凿在稳定的岩层之中,从根本上防止透水灾害。

采空区处理的安全条件基本上是采矿方法、顶板管理方法、充填方法和开采顺序的安全性，以防冲击地压、大冒落和塌陷事故的发生。

2. 露天开采矿山的安全条件

露天开采矿山为防止滑坡、洪水、火灾、挖掘和运输事故，爆破冲击波、地震波危害以及尾矿库和排土场的环境污染，必须按规程要求做到：

(1)工作帮及非工作帮的边坡角、台阶高度、平台宽度、台阶坡面角等露天开采参数，必须符合设计要求，并定期观察、检测边坡稳定性，预防滑坡。

(2)设置露天矿防洪系统；建立露天矿单机和道路除尘用的供水系统；设置自燃和外因火灾时的灭火系统。

(3)深凹露天矿、高沼气深露天煤矿，都必须有专用通风设施。

(4)露天钻机、挖掘机、装载机、运输系统均应设置安全防护装置，大爆破、振动爆破时应设避炮装置，防雷电应装避雷装置。这些装置均应安全可靠。

3. 乡镇矿山安全生产条件

原煤炭部根据《中华人民共和国矿产资源法》和《中华人民共和国矿山安全条例》，于 1987 年 4 月 30 日颁布了《乡镇煤矿安全规程》；为促进乡镇煤矿安全生产条件的改善，1990 年原劳动部颁发了《乡镇煤矿矿井安全生产合格证实施办法》，要求乡镇煤矿具备一定的安全条件后方能投人生产。开办乡镇煤矿，必须严格履行办矿审批手续，不得乱采滥挖。矿井的开采必须有地矿部门颁发的《采矿许可证》，其矿长必须持有劳动部门颁发的《矿长安全资格证》。各级煤矿管理部门和乡镇煤矿都必须建立领导和现场指挥人员的安全生产责任制和工人岗位责任制，还要建立群众性安全监督作用的组织。每一矿工都有权制止冒险作业、违章作业；有权拒绝任何人的违章指挥；当危及生命安全时有权停止作业，撤到安全地点。关于安全技术、安全设施，文件也严格规定：

(1)每一矿井至少有两个直达地面、独立上下人的安全出口，严禁独眼开采；

(2)采用机械通风，主扇必须安装在地面，有合理的通风系统和足够的风量，严禁自然通风；

(3)严禁明火明电照明、明火明电放炮、明刀闸开关；

(4)相邻矿井必须有明确法定边界，并按规定留足保安煤柱，不得开采和破坏煤柱，更不准互相挖通。

(5)每人每分钟供风量不得低于4 m^3，采掘工作面沼气浓度不得超过 1%，配备瓦斯专职检查员和可靠的瓦斯检查仪器。瓦斯超限时，检查人员有权责令停止工作，撤退人员。

(6)瓦斯矿井下电气设备必须是防爆型的。

kuangnei kongqi

【矿内空气】 指矿井内各种气体、蒸气和矿尘混合物的总称。

当其成分与地面空气接近时，称为矿内新鲜空气。

矿内空气主要来源于地面空气，但又区别于地面空气，如氧含量降低，混有井下生成的有毒有害气体和矿尘，如窒息性气体二氧化碳，爆炸性气体沼气、煤尘、硫化矿尘及一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫、硫化氢等。

开采含铀、钍等核原料及含铀金属矿床的放射性矿山，矿内空气还混有放射性气体氡及其子体。

矿内空气的温度、湿度、压力和密度等气象条件，也将发生程度不同的变化。空气进入矿井，气温将随采掘深度的增加而增高。地表以下 20 ~ 30 m的恒温带温度接近当地年平均气温(只略高 1 ~ 2 ℃)。恒温带以下为原岩增温带，垂深增加若干米原岩增加1 ℃称为地温增率；其倒数称为地温梯度，即垂深每增加100 m，地温所增加的度数。

空气温度是影响矿井气象条件的主要因素。气温过高或过低都会使人不适。《矿山安全条例》规定：井下作业地点空气温度不得超过28 ℃。高温矿井必须采取有效的降温措施。

矿井空气湿度取决于井下淋水状况，一般的矿井相对湿度均较高，矿工排汗困难，感到闷热。矿井空气质量直接影响矿工的健康和生命。《矿山安全条例》和《矿山安全规程》规定了矿内空气的质量标准：矿内工作地点氧气含量不得低于 20%；矿内工作地点二氧化碳浓度不得超过 0.5%；各种有毒有害气体亦不得超过规程规定的最高允许浓度。

kuangshan diya

【矿山地压】 指矿床开采引起的一种地层压力现象，显现为井巷变形或破坏。

地下采矿，最基本的生产过程就是破碎岩石和矿石；维护顶板和围岩。开挖掘进井筒、巷道、硐室、采场(工作面)，并加以支撑维护(支护)以防顶板和围岩垮落。

开井送道，如果不加以支撑维护，井巷则发生变形或破坏。这种变形或破坏现象称为地压现象。采动影响区域内的岩体，称为围岩；区域外的岩体称为原岩。原岩作用于围岩上的压力，称为广义地压。

围岩位移与所冒(落脱)离原岩的板(岩)块作用于支架上的压力，称为狭义地压。

矿山开采，既要采掘破碎出矿石，又要防止围岩破碎，是岩石破碎与围护的矛盾统一体。

由地压造成的灾害，对矿井来说，主要是冒顶片帮；对采空区处理不当而引起的大规模地压活动来说，地压灾害表现为地表开裂、地面下沉、建筑物倒塌、切断水源等；对露天矿，地压灾害显现于边坡滑落、岩矿

坍塌。

对煤矿而言，矿山地压显现为：顶板（主要指煤层直接顶）下沉和垮落、底板隆起、煤壁片帮、支架变形破坏、煤与瓦斯突然喷出及矿压冲击等。还有顶板沿工作面煤壁切落的大冒顶。

金属矿床地质赋存条件多变，采矿方法不尽相同，采场体积大，空区范围广，地压显现特征不一，主要有：空区坍塌、顶底矿柱或间柱垮落、采准坑道下沉、采场冒落、岩层错动及冲击地压等。

防止冲击地压的措施

1. 减低煤、岩层矿压，防止应力集中

开采煤层时，首先开采无冲击地压或一般冲击地压的煤层，作为解放压力层。回采时，要用全面陷落法管理顶板，不要留煤柱；对不易冒落的顶板要强制放顶，采用的方法是深孔爆破放顶或强力高压注水放顶。

长壁式采煤的采区内，配合使用无煤柱开采或无煤柱护巷。

在同一煤层、同一区段内，相邻的两工作面要避免同时相向或同时相背回采，以免应力集中。

主要巷道及永久性硐室，要尽可能布置在岩层内或无冲击地压危险的煤层中。

2. 改变煤岩的物理力学性质，释放积聚的弹性能量

采用注水方法增加煤、岩层中的水分，减少其硬度，提高其塑性，使弹性能量逐渐释放；在煤层内打大直径钻孔（150~300 mm），以减弱煤层的支撑力，使顶板下沉，解释能量；在工作面打长孔，进行松动爆破，释放弹性能量。

防护冲击能量的措施

1. 做防护巷道，在有冲击地压的危险煤层内，加宽巷道到5 m左右；

2. 采用可塑性支架，提高支架可塑性、稳定性；

3. 制订专门工作制度，如机械化采煤的远距离控制等。

地压检测的方法

地压检测方法有声测法、裂隙法、简易仪器法、光弹法及红外法：

1. 声测法

利用声学原理来判断岩石的完整性和破坏程度的方法，其中有：

（1）声撞击法。即矿山常用的“敲帮问顶”法，工人利用手锤或撬棍敲击岩石，以判断岩体的完整性。它所根据的原理是岩石受到外来撞击时由于振动而发声。脱离母体的松石，其振动频率较低，发出的声音比较沙哑、低沉；整体岩石则发出清脆响亮的声音，由此可检查发现浮石。

（2）声发射法。岩体内部发生破坏时，同时会发出声响，通常称为“地音”。注意监听所发出的声响，可以了解地压情况。

监听有以下两种方法：

人工听声。响声由疏到密，频率逐渐增加并夹杂零星掉碴，这是大规模地压显现的前奏期；响声频度剧增，且由清脆炮声到闷雷声，掉碴频繁，这是剧烈的大规模地压显现即将发生的高潮期；响声由密到疏，逐渐减小，这是地压活动逐渐稳定的尾声。

地音仪监听。由主放大器、探头和耳机组成。这是人工听声的仪器化，它的灵敏度高，能听到用耳朵听不到的声音。利用地音仪还可判断岩层破坏的发展趋势和波及范围，预报岩体崩落的可能性和时间，以便及时采取预防措施。

这种监听需先布置一系列监听钻孔。孔深1.5~2 m，将探头放入孔中。孔内应注水、油，以使探头与岩壁之间无孔隙，并将孔口封闭。当岩石破坏声传到探头并冲击探头振动时，探头内的换能器把振动信号换成电讯号，由电缆经放大器就可用耳机听到响声。

2. 裂缝调查法

这是我国金属矿山当前对地压显现进行现场观察的一种主要方法。

岩体发生破坏时，必然在其中产生一些裂隙，观察这些裂隙的变化情况，便可圈定大规模地压显现的范围及判断地压发展的趋势。

3. 简易直观仪器观察围岩的相对移动

这些仪器有滑尺、滑尺移动量警报器等。

4. 用光弹性应力计和应变计进行检测

5. 红外线探测浮石

kuangshan maoding

【矿 山 冒 顶】 指由地压引起的巷道和采场的顶板垮落。

煤层顶板类别

国内外煤矿多用长壁式采煤方法，长壁工作面周围地应力和作用于支护上的压力，统称为工作面地压。煤层上方的岩层，称为顶板。

顶板，根据上覆岩层和煤层的相对位置，可分为直接顶、伪顶、老顶。

1. 直接顶

位于煤层直上的一层或几层泥质页岩、页岩、砂质页岩等较易冒落的岩层。

2. 伪顶

位于煤层和直接顶之间，和采煤同时冒落的薄层煤质页岩、泥质页岩等，厚度在0.3~0.5 m以下。

3. 老顶

位于直接顶之上的厚而坚固难于冒落的岩层。老顶，通常由砂岩、石灰岩、砂砾岩等岩层组成。在采空区上部，老顶能维持很大的悬露面积而不随直接顶同

时冒落。

直接顶垮落引起的冒顶

直接顶在工作面开切以后，随工作面推进而形成采空区。直接顶第一次在采空区的大面积冒落，称之为直接顶初次垮落。

煤矿工作面冒顶事故多发生在初次放顶之时。"放顶"是将直接顶用密集支柱切下或辅之以人工崩落，使落下的直接顶岩块支撑住老顶。初次垮落，指老顶初次来压使直接顶不按预期范围缓慢落下，而是突然大面积垮落。初次放顶不善易发生直接顶初次垮落。

直接顶初次垮落的原因

1. 初次放顶，对顶板的岩石力学性质，直接顶与老顶之间的关系掌握不清；老顶在初次开采后没有落好，呈半浮半盖压在直接顶上，使直接顶大面积垮落。

2. 初次放顶时步距过大、空顶时间过长，造成撤密集支柱放直接顶时老顶垮落来压。

3. 初次放顶时的直接顶没有按预期的效果缓慢顺序地冒好冒严，而是大面积悬空；一旦全面垮落，造成冲击，推倒工作面支护，形成冒顶伤亡事故。

采掘工作面冒顶的其他原因

1. 爆破作业失误

掘进巷道时炮孔布置不当，装药量过大或炮孔填塞物（黄泥）过少，放炮崩倒棚子而引起冒顶。

2. 顶板管理不善

局部落石处理不及时，局部冒落后贻误时机，发展为大面积冒顶。

支柱规格、间距设计不合理，支护质量差，对采掘工作面支撑无力。

采掘作业规程不符合顶板性质，没有针对性，导致采掘作业的冒险性而引发冒顶。

3. 采煤工作面循环设计不当

从钻孔、装药、放炮的炮采，或风镐采煤，或机械化采煤的落煤工序开始，到支护、运煤，直到放顶、再落煤，称为工作面循环。

如果没摸清顶板性质，控顶距离设计不当或工作面推进速度不当，尤其当循环时间过长，或放顶方法错误都易引起老顶来压而冒顶。

顶板冒落前的征兆

1. 直接顶和老顶发生离层或顶板切割所发出的声音。

2. 顶板掉渣，由小而多，由稀变密。

3. 顶板裂隙增多、变宽、张开。

4. 顶板明显下沉。

5. 煤帮在冒顶前由于压力增大而使煤壁受压，出现的征兆有：煤质变软、片帮量大、次数增多、打钻或割煤时负荷骤减等。

6. 支架征兆：木支架被压坏、折断，发出断裂声；金属支架柱体受大压而发声；顶压增加活柱下沉，连续发出咯咯声；金属顶梁在冲击压力作用下，顶梁楔被弹挤而出；支架大量插入软底板。

7. 瓦斯涌出量突然增多，淋水量增大。

煤矿工作面防止冒顶的措施

1. 合理设计，进行科学的顶板管理。

根据煤层赋存特点、顶板类型、顶板岩石力学性质，选择合理的采煤方法、分层开采厚度，设计正确的支护方法和采空区处理方法。

（1）采用自然陷落放顶时，要加强切顶线的支护强度和刚性作用。必要时设置丛柱，加密切顶支柱；工作面上口和下口要设置木垛。放顶用密集支柱要全部回收干净。

（2）采用强制放顶时，要正确设计炮眼位置、规格、装药量及放炮顺序，防止强制崩落的爆破威力不足或威力过大而造成意外冒落。

（3）水砂充填处理空区时，一定要充填满，特别要保证三角区的充填质量。注意防止跑砂。

2. 推广使用液压自移支架、液压支架，组成适合本矿的支架系列，从根本上改善顶板维护状况，减少顶板冒落事故。

3. 在坚固难冒顶板条件下，为防止老顶来压或直接顶大面积垮落，应当做到以下几点：

（1）将柱式采煤法改为壁式，特别是长壁式采煤法。

（2）采用预注高压力水，使顶板软化或开裂，以便及时将顶板放下来，解除强大地压对工作面的威胁。

（3）深孔预爆破，造成顶板发生人工裂隙。

（4）采用大流量安全阀的高工作阻力的液压支架进行强力切顶，以减轻冲击荷载对支架的破坏作用。

（5）变难垮落的坚硬顶板为可垮落的顶板，以消除老顶大面积来压。

4. 在易破碎的顶板条件下，为防止局部冒顶和片帮，应当做到以下几点：

（1）采用悬臂梁支架或掩护式液压自移支架或其他防止碎顶冒落和片帮的支架架型。

（2）采用化学注浆胶结破碎的顶板。

（3）采用能缩小空顶距的采煤方法和设备。

5. 采用声发射监测技术及其他测定应力、移动、载荷等方法，预测和预报顶板来压的强度和时间，掌握地压规律，以便及时采取有效的措施。

6. 制订适合各类顶板的工作面作业规程、支护规程、采空区处理规程，严格按规程进行顶板管理。

巷道冒顶的预防和处理

预防掘进过程中发生冒顶的措施：

1. 巷道要布置在稳定的地层中，非必要时不得在

地质破碎带、断层带中掘进巷道。巷道的断面、炮眼布置、装药量都要精心设计、精心施工。

2. 掘进放炮后，在永久支架未架设之前，要采用方便可靠的，能紧跟迎头的前探式支架，在这种临时支架掩护下进行装车、支护永久支架的作业。

3. 严格检查支护质量，不断检查，经常维修。

4. 严格爆破作业的安全要求，防止因爆破波、巨石崩倒支架而引发巷道冒顶。

5. 巷道通过旧巷、断层破碎带、淋水大的地带都要设计安全措施，在安全专业人员指导下，进行掘进，并及时加强支护。

巷道发生冒顶事故，若有人遇难或被堵入迎头时，应及时通知救护队立即赶到现场，先行救人。处理冒顶救人的方法有：

1. 如果冒落岩石塞满巷道，为防止被堵人员缺氧窒息，应向冒堆打入前头插活木楔的铁筒或铁管，及时向管内通入压气；必要时送饮食。

2. 架设临时掩护支架。

3. 有组织有步骤地挖运冒落的岩石。

4. 如有人压在冒落岩石之下，必须在医生和救护队指导下，严格扒石顺序，以防受难者二次受伤。

5. 处理冒落的顶板可以用撞楔法、搭凉棚法、木垛法、打绕道法及喷浆锚杆法进行。

金属矿采场顶板管理措施

1. 坚持合理的开采顺序

井下采矿要自始至终坚持自上而下，即从上一中段采完再采下一中段；自上盘而下盘，即在一个中段上，有几种矿脉群或几组矿体群并列时，要从上盘矿脉开始采；自一翼向另一翼，即后退式开采，从矿块边界向矿井中央方向后退的“三自”开采顺序。

金属矿山冒顶事故及空场大塌落事故的原因分析表明，不坚持合理的开采顺序，片面追求产量、品位而超越中段先下后上，采富弃贫或先行掏中、下盘，“挖墙脚”，采保护矿柱等违序乱采往往是灾害的祸根。

2. 集中一个中段、一个采场或一个分间的掘进、落矿和出矿工作，避免多中段、多采场分散作业

集中作业，强化开采不仅可提高采场单位面积的矿石产量，缩短生产周期；更主要的是安全作用，在围岩不稳定的情况下，在大的矿压来临之前，在一段相对稳定的时间内，把采准、落矿、出矿工作抢采完成，以躲过大的地压威胁，避免和减少采场坍塌和冒顶事故的发生。

3. 正确选择支护形式

依据矿床赋存情况、矿岩稳定性、矿石的价值、回采方法等因素，空场区在回采期间的支撑手段可概括分为三种：

(1)自然支撑

在空场类采矿法中(包括留矿法)，由于围岩稳固或较为稳固，只要采场跨度、矿岩的暴露面积、时间控制在允许范围之内，就能充分利用矿体本身的矿柱支撑力，达到管理地压的目的。自然支撑控制顶板的要点是正确合理确定矿房和矿柱的尺寸，保持矿柱和围岩的完整。

(2)充填支撑

以废石、水砂等充填料充填支撑空区是充填采矿法管理地压的主要手段。

国内外金属矿山实践证明，充填及时而足量可以有效地控制围岩大面积冒顶坍塌，并可提高矿柱的稳定性。还可减缓和控制岩层移动，防止冲击地压，减少冒顶片帮事故。

东北某些金属矿在20世纪50年代用充填法采矿时，充填落后于回采，围岩暴露面积不断增大，不仅经常发生局部冒顶事故，而且有的矿山本来围岩的稳固性较差，加之只靠少量充填而不留间柱，致使多次发生顶板落盘和大面积岩层移动事故，造成大量人员伤亡。

充填支撑适用于开采深度大、品位高的矿体，运用合理可以减少冒顶落盘灾害的发生。

(3)崩落围岩

崩落法管理顶板的实质是随着矿石被采出，有计划地崩落矿体顶盘的覆盖岩石或上下盘围岩，利用其膨胀率增加的碎石来充填采空区。这种方法，中段不再划分为矿房与矿柱，而是沿矿体走向按合理顺序连续进行开采，使整个回采工作始终在已崩落围岩的支撑掩护下进行，崩落之围岩跟着矿石下移，边采边消除空区。这种支撑控顶方法的关键在于保护好采场底部结构，搞好电耙道的维护。

我国金属矿山多用锚杆喷水泥浆的喷锚支护来维护电耙道，改善了地压管理工作。

4. 建立顶板分级管理制度

(1)一级顶板

顶板岩石特别松软，层理节理发达，断层交错，采场超过规定跨度，采最后一个分层时，以及顶板有较大透水者。

(2)二级顶板

指顶板岩石较松软，层理节理较发达，断层不多，局部渗水的顶板。

(3)三级顶板

顶板岩石较稳固，层理节理不发达，断层不明显，通常使用少量支柱即可进行作业者。

顶板鉴定分级以后，设计要求、回采方案、支护、爆破、检查制度等方面都必须按顶板级别不同，相应地采取安全措施。

5. 建立经常检查浮石、处理浮石制度

浮石是围岩受到爆破波冲击震动所产生的脱层于

母岩的活浮于顶板上的岩块，它是冒顶事故中伤人最多、频率最大的常见的顶板伤亡事故的根源。

采矿场作业班长、段长、区长必须经常携带长把手锤等撬浮石工具，每班进行"敲帮问顶"。检查浮石时要有良好的照明，不准进行其他作业。浮石处理必须及时、细致，不能半途而废；一时撬不开的大块活石，应用炸药崩落或架设临时支架。有些矿山曾连续发生砸死撬毛工的浮石伤人事故，究其原因多为缺乏全面细致的检查，没有掌握浮石冒落规律，处理不科学，如撬左落右，撬小落大，或缺乏安全操作经验，站立位置不当所造成。

6. 会审采场设计，投产前进行验收，加强现采区地质勘察，及时发现采场顶板异常并及时进行处理

采场设计和生产过程中的地质工作失误，往往会造成采场突然冒顶。

kuangshan caikongqu damaoluo

【矿山采空区大冒落】 指采空区大规模、大面积地压活动的一种灾害。随着开采时间、空间的进展，不少矿山的空区容积都在不断扩大，常达到几十万、几百万平方米。当空区范围超过一定界限之后，如不及时处理，就会导致空区、采矿场、巷道发生大量岩石冒落，岩体错动并伴有巨响，气波冲击和矿区地震，而且可能引起地表开裂、下沉和地面建筑物陷落、倒塌等地压灾害。

采空区大冒落是突发的，范围大，气浪冲击强。气浪冲击有时能损失矿山井下全部系统。但是，在大冒落之前，矿柱有一个压裂和倒塌的过程，该过程的时间在锡矿山约为一个月，所以大规模地压灾害的来临是可以预测的。

防止空区大冒落的采空区处理方法，可以归纳为"充填""崩落""支撑""封闭"八个字四种方法：

1. 充填

采场用空场采矿法开采完毕以后，用碎石、尾矿砂、水砂、混凝土等充填物充填采空区。

2. 崩落

用中深孔、深孔或药室爆破方法，将空区围岩大量崩落，充填空区，人为卸载，消除集中压力区。

该法经济可靠，控制地压比较主动，适用于用崩落法采矿的矿山，但常受到地表条件的限制。

3. 支撑

以矿柱或支架将采空区支撑起来，防止其发生危险变形。实践证明，这种方法效果很差。

4. 封闭

封闭法常用来处理那些与主要矿体相距较远，围岩崩落后不会影响主矿体坑道和其他矿体开采的孤立小采空区。封闭这类采空区的目的，主要是防止围岩突然冒落时空气冲击波对人员和设备的危害。

具体做法是在采空区附近开一通地表的"天窗"，然后用坚实密闭墙封闭通向生产区域和主要坑道的一切通道，这样，围岩冒落时，空区内的空气由"天窗"流向地表，不至于成为高压气流危害生产人员和设备的安全。

kuangshan bianpo shigu

【矿山边坡事故】 指露天矿的滑坡造成的事故。露天开采随着深度的逐年加大，露天矿山边坡的高度、面积、边坡的维护时间都要相应大幅度增加，这引起了边坡滑落灾害的日益突出，边坡的稳定性越来越成为我国矿山防灾的重点之一。

露天矿的滑坡类型有5种：

平面滑坡　边坡岩体沿单一结构面如层理面、节理面或断层面发生滑动。结构面下部被坡面切割，即当结构面与边坡同倾向，且其倾角小于边坡角而大于内摩擦角时，则容易发生平面滑坡。

楔体滑坡　当边坡中有两种结构面相互交切成楔形失稳体，即当两结构面的组合交线倾向与边坡倾向相近或相同，且倾角小于边坡角而大于内摩擦角时，则容易发生楔体滑坡。

圆弧滑坡　指滑动面基本为圆弧状的滑坡。土体滑坡一般为此种形式；散体结构的破碎岩体或软弱沉降岩边坡，如煤矿、页岩矿、铝土矿、黏土矿等滑坡多属此类。

（以上3种类型的破坏机理为剪切地压破坏。）

倾倒滑坡　当边坡岩体结构面倾角很陡时，岩体可能发生倾倒，它的破坏机理与上述3种不同，它是在岩石重力作用下岩块发生移动而产生的倒塌破坏。这种滑坡往往发生在台阶坡面上，很少导致整个边坡下滑。

复合滑坡　即上述两种以上形式组合而成的滑坡。

上述5种滑坡形式多在正规露天开采中由于地压和岩石力学作用而产生。

为保障露天矿边坡安全，必须做到以下几方面：

露天开采时必须自上而下，先剥离后开采，严禁掏底部放上部造成危檐的野蛮冒险采矿。

为使露天采掘、剥离作业正常进行，采场边坡岩体应具有一定的稳定性。当工作台阶采掘到最终境界时，便形成最终边坡。边坡的假想斜面与水平面的夹角，称最终边坡角。

边坡角过陡时，稳定性差，易滑坡，危及人员和设备的安全，导致停产闭坑；边坡角过缓则增加剥离量，降低采矿经济效益。

边坡角增加，边坡维护费增大，滑坡事故概率也高，但剥离费减少。几项费用之和为最小时，相应的边坡角，便为初步确定的合理角。

如果单纯追求经济效益，把边坡角搞得太陡，加上

不按合理顺序采矿或边剥离边掏底，势必造成边坡整体滑动，导致矿灾。

影响边坡稳定的因素有：边坡岩石力学性质，地质构造的复杂程度，节理、滑面及断层有无交错，地下水位的移动和地面降雨情况，残余构造应力的存在，采场内爆破震动，采场几何形状变化，雨季和解冻期等。

合理的边坡角还与矿床开拓剥离、运输方式、设备选型及安全管理水平等有关。目前边坡设计多用经验数据：

1. 用铁道运矿的露天煤矿底帮坡角一般不超过30°；顶帮取30°～40°；端帮可稍陡。

2. 金属露天矿顶底帮取40°～50°，矿床缓斜或有不利地质结构时，相应降低。

要合理确定工作阶段坡面角

工作阶段坡面角，指正在进行剥离或采掘的阶段的水平面与阶段坡面交角的余角。

在工作阶段上，需进行凿岩、爆破、装运和地质测量等作业，还随着回采的推进而不断移动。阶段上特别是坡面附近的矿岩受爆破震动的影响，常因阶段坡面角过大造成岩石塌落或使平台宽度变窄而发生事故。为此，在露天矿设计和生产中，必须根据矿山的地质条件、岩石力学性质和采用各种设备的性能、规格尺寸，确定合适的坡面角并规定出最小工作平台宽度，把剥离、采矿和运输设备，供电和通讯线路，设置在工作平台稳定坡面的范畴内。

当用人力开采时，工作阶段坡面角应符合下列规定：软岩，不大于所产矿石自然安息角；较稳固岩石，不大于50°；坚硬岩石不大于80°。

要对边坡进行维护

露天矿边坡，必须对其进行经常性的检查和维护，用以保证边坡稳定，防止灾害发生。

要建立一支边坡维护专业队伍，加强检查维修，必要时进行人工放坡，铺草皮，植树，砌筑局部挡土墙，预埋防滑坡的木桩。

要设置排水网络，防止地表雨水流入矿坑冲刷边坡，润滑层理；深凹露天矿要在坑外周围设置防山洪、防泥石流的阻挡或疏导的设施。

在临近边坡进行爆破工作时，宜采用预裂和减震爆破法，减少每孔装药量，加密孔距，减少每次延时爆破的炮孔数，以防止因露天爆破作业而使边坡的稳定性受到破坏。

要对滑坡进行监测

监测岩石位移，可发现滑坡预兆，理论上位移增长率随时间接近无限大时，即为滑坡发生的时间。

用水压计观察地下水的活动；用测震仪观测爆破震动的影响，用以获得边坡动态。

要对滑坡进行防治

1. 限制无证开采；处治抢占山头、山坡矿点；禁止不开工作台阶、不剥离或边剥边采的掠夺式违法开采露天小矿；严禁破坏山坡植被。

2. 严格禁止随沟就坡任意抛弃废石，保护河流、排洪沟畅行无阻。

3. 露天矿边缘必须设置疏导水的防洪设施。

4. 对边坡进行机械加固，设锚杆、锚桩等。

kuangjing wasi

【矿井瓦斯】 矿井瓦斯是在矿床或煤炭生成过程中所伴生的天然气体产物的总称。其主要成分是甲烷（CH_4），又称沼气，此外还有二氧化碳和氮气，有时出现少量的氢、二氧化硫及其他碳氢化合物。瓦斯又是矿井内有害气体的总称。在生产矿井中，绝大部分瓦斯是从围岩和矿体内涌出的原生气体，但也包括井下生产过程中所次生的气体：井下空气与矿物、围岩、木支架等之间化学反应产生的气体，这是广义的瓦斯。

狭义的瓦斯就是煤矿井下普遍存在而且爆炸危险性最大的甲烷（沼气）。沼气在我国煤矿习惯称为瓦斯。

沼气在井下空气中达到一定浓度时，遇有火源可以燃烧和爆炸。煤矿瓦斯爆炸是伤亡严重度最大、死伤极为惨重的矿山灾害。沼气的涌出量增加还会使井下空气中氧的含量相对减少，当空气中氧含量减少到一定程度时，会造成人员窒息死亡。爆炸受灾死亡者中窒息所占比例最大。

煤矿的通风工程和瓦斯防治技术主要是针对沼气而进行的。

从煤层露头向深部，根据其瓦斯成分的变化可分为瓦斯风化带、沼气带。瓦斯风化带煤层中原始生成的沼气都会产生散失；从沼气带起，煤层中含瓦斯量随埋藏深度增加而增加。

瓦斯的生成和赋存

古代植物在成煤过程中，经厌氧菌作用，腐殖型的有机纤维质被细菌分解，产生大量沼气。此后煤在碳化变质过程中，随着沉积植物埋藏深度的增加，在漫长的地质年代中，经受高温高压的作用，固定碳不断增加而挥发成分不断减少，又继续生成大量沼气，保存于煤岩的孔隙与裂隙之中。当开采煤层时，它就从煤层涌出，扩散于矿井空气内，构成了煤矿的一大危险源。

有人粗略计算，在全部成煤的地质年代中，每形成1 t烟煤，大约可以伴生600 m^3以上的沼气；而由长焰煤继续碳化变质为无烟煤时，每吨煤又可生成240 m^3的沼气。

在久远的地质年代里，由于沼气的相对密度小，扩散能力强，地层又有一定的透气性，特别是经由断层、隆起、侵蚀等地质构造变化，大部分沼气逸散，仅有一部分仍保留在煤体之中。瓦斯在煤层中存在的状态，

称为瓦斯赋存。

瓦斯赋存分为游离状态和吸附状态两种。游离状态瓦斯呈自由气体状态存在于煤层的较大孔隙或孔洞中。吸附状态瓦斯,是在煤的微小孔隙表面固体粒子的分子引力作用下,瓦斯分子被紧密地吸着在孔隙表面上。由于煤体中微小孔隙非常丰富,孔隙表面积很大,所以吸附状态瓦斯占的比例很大。在一定条件下,两种状态瓦斯处于动平衡之中。当条件变化,动平衡破坏,游离与吸附瓦斯可发生互相转换。当压力升高或温度降低时,部分瓦斯就由游离状态转化为吸附状态,这种现象称为吸附。反之,当压力降低或温度升高时,部分瓦斯就由吸附状态转化为游离状态,这种现象称为解吸。煤矿在采掘过程中,煤体的瓦斯通过暴露面不断向外释放,使瓦斯压力逐渐降低,吸附瓦斯不断转化为游离瓦斯,即形成瓦斯长时间地、连续地向采掘空间涌出。当高瓦斯煤层某地带在地压作用下突然地、急剧地解吸为游离瓦斯,就会发生瓦斯突然涌出。

瓦斯在煤层中流动或从煤层暴露面涌入巷道的运动方式,称为瓦斯扩散。吸附瓦斯在煤层中的运动是由高浓度处向低浓度处扩散。已从煤壁向巷道中涌出的瓦斯也发生扩散,且扩散性极强,很快在巷道风流中达到浓度平衡。

瓦斯在煤体中显示的气体压力,称为瓦斯压力,它是瓦斯扩散和赋存条件的重要参数。

瓦斯含量和瓦斯涌出量

瓦斯含量,指单位重量或单位体积的煤中所含有的瓦斯量。

瓦斯含量包括游离瓦斯量和吸附瓦斯量两部分。瓦斯含量表示了煤层内瓦斯储量的大小,是计算生产实际中矿山瓦斯涌出量,进行矿井通风设计和制定矿井瓦斯防治措施等的重要依据。

矿井瓦斯涌出量,指在煤炭开采过程中,煤层及围岩中的瓦斯不断向井下巷道及其他空间释放的瓦斯量。根据瓦斯涌出在时间和空间上的变化,又可分为普通涌出和特殊涌出两种形式。普通涌出系指瓦斯从煤体内缓慢、持久、均匀地涌出;特殊涌出是瓦斯喷出和瓦斯与煤突出。矿井瓦斯涌出量主要指普通涌出的瓦斯量。

瓦斯涌出量有两种表示方法:

1. 绝对瓦斯涌出量,指单位时间(1 min)涌出的瓦斯量。

2. 相对瓦斯涌出量,指正常生产情况下,平均日产1 t煤涌出的瓦斯量。

瓦斯涌出量大小,主要是由煤的瓦斯含量决定的。

瓦斯涌出量是矿井瓦斯危害程度的主要标志,又是矿井瓦斯等级划分的依据。防止灾害的主要通风安全技术措施及日常生产所进行的通风瓦斯管理,主要是控制瓦斯涌出量。

影响瓦斯涌出量的因素有以下一些:

1. 煤层的瓦斯含量。
2. 矿井的煤产量。
3. 煤层开采顺序。
4. 大气压力变化。
5. 采煤方法及顶板管理方法。

平均日产1 t 煤涌出的沼气量在10 m^3以下的,称为“低沼气矿井”;10 m^3以上的称为“高沼气矿井”。

kuangjing wasi baozha weixianxing

【矿井瓦斯爆炸危险性】 主要指瓦斯的燃烧性和爆炸性。

瓦斯与空气混合到一定浓度时,点火则爆炸。瓦斯爆炸是煤矿的主要灾害。

矿井瓦斯的燃烧性和爆炸性

瓦斯爆炸的实质是急剧的氧化反应。即沼气在空气混合物中达到一定的浓度,在高温火源的点燃下,立即产生猛烈的氧化反应,形成瓦斯爆炸,即1个体积的沼气需2个体积的氧构成完全氧化反应。空气中含氧量按21%计算时,完全反应所需沼气在空气中的浓度为9.5%。此时爆炸力最强,爆炸最剧烈。

瓦斯爆炸界限

爆炸界限,指引起爆炸时空气中含有 CH_4 浓度的范围。这是瓦斯爆炸的首要条件。

试验得知,瓦斯爆炸界限与点火温度强弱、爆炸混合物中 CH_4 及其他气体成分等因素有关。在一般情况下,可认为:

爆炸下限:5% ~6%,即 CH_4 含量小于5%不会爆炸,这是由于 CH_4 过少,热能低不足以引起燃烧;但遇有高温强点火源,瓦斯的爆炸下限可降低到2%,使 CH_4 的爆炸界限扩大。当瓦斯与空气的爆炸混合物中混有乙烯(C_2H_4)、乙炔(C_2H_2)、氢(H_2)等爆炸界限广且下限都比 CH_4 低的各种气体时,其爆炸界限明显扩展,爆炸下限降低。所以沼气中混有链羟基碳氢化物时,爆炸危险性更大。

爆炸上限:14% ~16%,即 CH_4 含量大于16%不爆炸,这是因为 CH_4 过多,热容量大,不易引火传播。但这种混合物可以点火燃烧。如遇有强烈高温火源,CH_4 的爆炸上界可高达75%。

瓦斯爆炸界限受多种因素影响,其上、下限扩展的可能性极大,加上管理上不周和自然条件骤变的可能性也不小,所以井下瓦斯最高容许浓度必须留有安全余量。如《煤矿安全规程》规定:“采掘工作面风流中沼气浓度达到1%时,必须停止用电钻打眼;采掘工作面风流中沼气浓度达到1.5%时,必须停止工作,切断电源,进行处理。”

如给沼气和空气爆炸混合物发生最初爆燃的浓度区分出上、下限，可以科学定义为：

爆炸下限——火焰前沿在爆炸混合物整个空间传播时，沼气的最低浓度；

爆炸上限——火焰前沿在爆炸混合物整个空间传播时，沼气的最高浓度。

最强爆炸浓度，指爆炸时能释放出最大能量的那个沼气浓度。换言之，在最强爆炸浓度（8.5%～10%）下，产生最大的动力效应：爆温、爆速均高，冲击波最强，爆压最大。

瓦斯爆炸所需最低氧含量为12%。

瓦斯引燃温度

如果说，瓦斯爆炸界限是爆炸的第一必备条件，那么，高温火源的存在则是瓦斯爆炸的第二必要条件。

把沼气与空气混合到适当浓度，缓慢加温，达300 ℃左右，CH_4 即逐渐开始化学反应，这时的温度叫引火点；能够充分点燃沼气的最低温度叫瓦斯的引（点）火温度。

一般认为，在正常压力下，瓦斯的引火温度是650 ℃～750 ℃；也有试验证明为500 ℃～800 ℃。瓦斯引火温度受很多因素影响：

1. CH_4 的浓度。
2. 混合爆炸气体的压力。
3. 火源性质及火源的强弱。
4. 与其他可燃气体共存情况。

许多专题研究著作指出沼气与空气混合物的引火温度是：当绝热压缩时，565 ℃；当与灼热的表面接触时，650 ℃；一般爆炸冲击波前沿后面的温度大于500 ℃；然而沼气与煤尘联合爆炸火焰前沿的温度可高达2 000 ℃～2 500 ℃。

电火花具有电弧放电主通道的温度，这一平均值达4 000 ℃；火柴明火温度为1 200 ℃；点燃香烟的温度为600 ℃～800 ℃；火药爆破后的爆炸产物有4 500 ℃的高温；摩擦热火花的温度在1 300 ℃以上。

无论明火、电火花、摩擦热产生火花及火药爆破均可点燃沼气与空气混合物而引起爆炸。所以，井下出现的木支架燃烧、井下吸烟、煤自燃、放炮的空发火焰、金属锹镐与硬岩的撞击火花、短路电流或发生电弧、电火花、静电及烧红的赤热金属网罩等均可构成矿井瓦斯爆炸的火源。实例中也有因电线与井下钢轨接触发生的火花引燃瓦斯而造成瓦斯爆炸事故的。工人在井下修擦安全灯的灯头也曾多次发生瓦斯爆炸事故。

爆炸混合物当接触火源之后并非瞬间立即燃烧爆炸，而是从开始接触火源到点着引燃之间有一个短暂的延迟时间，这一时间称之为瓦斯引火延迟时间。

瓦斯引火延迟时间的长短依 CH_4 的含量不同，火源温度不同而各异。如当 CH_4 含量为8%，火源温度700 ℃时，引火延迟时间为14 s；仍是原沼气浓度（CH_4 含量为8%），但火源温度高达1 025 ℃时，这一引火延迟时间却减到0.08 s。

引火温度 t = 650 ℃ 时，引火延迟时间为10 s；1 000 ℃时为1 s，1 200 ℃时仅为0.02 s。温度再高则引火延迟时间消失。

煤矿中所以允许用安全炸药进行爆破，就是利用引火延迟时间这个道理。因为安全炸药反应完全、反应时间快、火焰短，火焰延长时间仅为千分之几秒，不易引燃瓦斯爆炸。

无感应电火花点燃沼气与空气混合物的最小能量为0.28～0.3 MJ，所以其引火延迟时间为110 μs。

煤尘点燃也有延迟时间，对于挥发分为10%时，延迟时间为0.24 s；挥发分30%时，引火延迟时间为0.05 s。

瓦斯爆炸的破坏力

瓦斯爆炸或瓦斯与煤尘联合爆炸不仅出现高温，而且爆炸压力所构成的破坏力也相当大。当 CH_4 含量为9.5%时，为反应最完全时的理想条件下的爆炸，压力可达9个大气压。

煤矿瓦斯爆炸产生的瞬间温度可达1 850 ℃～2 650 ℃，压力可达初压的9倍。当发生瓦斯连续爆炸时，会越爆越猛，出现很高的冲击压力。

属于破坏因素的有：火焰前沿、冲击波和矿内大气成分的改变。

所谓火焰前沿是指沿巷道运动的化学反应带和灼热气体。

火焰前沿的传播速度，最大为2 500 m/s。当火焰前沿通过时，人员受到热烧伤，深度从皮肤到五脏均可烧焦。电气设备由于爆炸的高压作用可压到岩石内。爆炸冲击波破坏巷道可造成冒顶，电缆着火又可成为二次火源。

冲击波传播速度远大于声速（340 m/s），正面冲击波爆速可达2 000 m/s，冲撞破坏力极强。

在爆炸波正向冲击过程中，由于内部形成真空，压力降低，因外部压力相对增大，空气返回，形成反向冲击。这种反向冲击虽然速度较前为慢，但燃烧性强，且沿已遭破坏区域反冲，其破坏力往往更大。同时，反向冲击产生 CO 及 CO_2，有时 CO 浓度可高达6%（高出一氧化碳最高容许浓度0.002 4%的3 000倍），可造成全部井下停留人员窒息死亡。

当沼气和煤尘爆炸时，矿井大气成分发生的变化为：氧化反应下大量吸氧，使空气中氧含量大为减少，当氧含量小于17%时，人即可窒息；分解为人体有害的有毒气体 CO、CO_2；形成爆炸性气体氢、烷、烯、炔等沼气同系物。

当冲击波余压达0.3～1 MPa时，能使整体钢筋混

凝土支架(砌碹)及所经巷道全部破坏,形成连续冒顶,矿车抛碎,铁轨崩弯;压力达0.4 MPa时必将造成人员死亡。

出现连续爆炸,是由于冲击波使采空区和煤裂隙中的沼气再次大量涌出,由爆源之火或二次火源引起二次爆炸,甚至连续爆炸。例如1940年日本帝国主义侵占我国东北时,抚顺龙凤矿曾在一昼夜内发生过43次瓦斯连续爆炸事故。

1977年4月14日抚顺矿务局老虎台矿因自燃发火引起瓦斯爆炸,从11时到19时共8小时内连续发生间断性的3次瓦斯爆炸,共死亡83人。

1976年11月13日平顶山矿务局六矿,由于井下电缆接头破坏产生火花引燃瓦斯及煤尘爆炸,连续爆炸20多次,共死亡75人。

kuangjing wasi baozha de yufang

【矿井瓦斯爆炸的预防】 指防止瓦斯积聚、引燃、局限爆炸的措施。

1. 矿井通风是防止瓦斯积聚的有效的基本措施

(1)所有矿井都要实行机械通风。瓦斯矿和煤层有煤尘爆炸危险的矿井应采用抽出式负压通风。煤层中的瓦斯可在负压状态下不断地涌出,随风流排出地面;主扇一旦停风,井下空气因压力增高,瓦斯涌出量会随之减少。为防止主扇故障停风,应设置备用扇风机和备用电机;供电线路亦应有冗余备用,以保证昼夜不间断地用风流排出瓦斯,使瓦斯浓度永远处于容许的浓度以下。

(2)要实行分区通风,每一水平、每一采区都要布置单独回风道,实行分区(并联)通风。

分区通风不仅可避免有污染的风流串联,降低采掘工作面回风风流中的瓦斯浓度,而且当发生瓦斯爆炸事故时,易于局限爆炸,可以缩小灾害范围,避免瓦斯爆炸事故波及全矿,扩大事态。

回采工作面和掘进工作面都应采用独立通风,不允许串联通风。

(3)采用上行通风。即人风道布置在工作面下方,回风道在上方,工作面风流是上行的。这是因为瓦斯相对密度为0.554,比空气轻一半,只有上行风流才能有效地排出积聚在上方的瓦斯,避免瓦斯的局部蓄积。

(4)防止漏风。进出风主要巷道要有密闭,也要密闭采空区;控制风流的设置,如风门、风桥、挡风墙、调节风门、风筒等设施,要严格按规格标准施工,提高工程质量,加强通风管理。

2. 及时处理超限和积存的瓦斯

每一矿井要从采掘施工、生产管理上采取措施防止瓦斯积聚。

井下易于发生瓦斯积聚的地点有:回采工作面上隅角、煤巷掘进时迎头、冒顶高拱处及采空区密闭不严处等,对这些地方都要及时采取相应措施,或排或堵,加以正确处理。

临时停工地点不得停风;必须停止供风的地点,要切断电流,设置栅栏,安置警标,禁止人员入内;停工区瓦斯浓度达到3%时,必须严密封闭。

如果恢复已停工区,或采掘工作接近这些停工地点时,必须事先排出瓦斯。重开封闭区要制订专门排出瓦斯的措施,在排瓦斯所经路线上设专人检查瓦斯浓度,停止电气设备运转,撤出非专业人员。

3. 抽放瓦斯

这是一项防止瓦斯爆炸的根本措施,但不是所有矿井任何煤层都能抽放出瓦斯,因有煤层构造、瓦斯蕴藏量、生产强度、通风能力等众多限制,特别是受煤层的透气性和硬度的限制。

由于矿井开采深度的增加和生产的集中,瓦斯涌出量大幅度增加,靠单纯用通风方法将井下大量瓦斯控制在安全限度以内,往往在经济上和技术上都难以实现,这时必须采取抽放瓦斯的措施。以抚顺矿务局龙凤矿为例,在20世纪50年代准备回采—520 m水平时的预测瓦斯涌出量为60 m^3/t,日产8 000 t,需开凿断面为18 m^2的进、回风道9条,需5 000 kW的矿井扇风机才能将瓦斯稀释到安全浓度,这就不得不采取抽放瓦斯的方法来解决瓦斯积聚,防止爆炸。

抽放瓦斯,即将未开采煤层或采空区中的瓦斯用钻孔或专用抽放巷道、管道、真空泵直接抽吸到地面加以利用,变害为利,变害为宝。1952年和1954年龙凤矿先后试验成功了本层煤抽放的巷道法和钻孔法;1957年山西阳泉四矿又成功地进行了邻近层的瓦斯抽放。我国矿井主要采用邻近层抽放。

巷道法是超前于回采1~3年掘出采准巷道,然后将其封闭,接出抽瓦斯专用管道将瓦斯抽放至地面,供工业和家用燃料或加工生产化工原料之用。

钻孔法是在开采煤层的底板岩石大巷中,每隔30 m作一长10~15 m的石门短巷,作为钻场,向煤层打入3~5个放射状的钻孔,使钻孔穿透煤层打到顶板,插管封闭,再接到抽放管道系统抽至地面。

4. 建立严格的瓦斯检查制度

每一矿井必须建立瓦斯检查制度,配备专用仪表和专业瓦斯检查人员,对低瓦斯矿每班至少检查两次;高瓦斯矿每班至少检查三次。

瓦斯检查人员必须执行瓦斯巡回检查制度和请示报告制度,并认真填写瓦斯检查班报。每班瓦斯检查结果都必须记入班报和检查地点的记录牌上,并通知在场的工作人员。

通风负责人必须审阅瓦斯检查班报,掌握井下瓦斯动态,发现问题,及时处理,重大问题必须向矿井调度室报告。通风瓦斯日报必须送矿井总工程师审阅。

矿长、总工程师、区长、队长和工程技术人员下井时，必须携带瓦斯检查仪器或瓦斯检定灯进行瓦斯检查。

5. 防止瓦斯引燃的措施

(1)防止明火

禁止携带烟草及点火工具下井；井下严禁使用灯泡取暖，严禁使用电炉；井下和井口房内不准从事电焊、气焊和喷灯等焊接工作。如果必须使用，则需制订安全措施，报经批准。为防止摩擦产生火花，镐尖、手锤刃上要包上铜。

(2)加强防爆电气的管理，防止电火花引燃

瓦斯矿井应选用矿用安全型、矿用防爆型或矿用安全防火花型电气设备。使用中要经常检查，经常保持良好的防爆性能。

电缆接头不准用"鸡爪子""羊尾巴"等明接头。

矿用头灯不准在井下拆下修理、擦拭。

(3)加强火药管理和安全爆破制度，放炮前后要检查瓦斯，瓦斯超限时不准放炮。

(4)严格管理自然发火区，注意防火、熄灭自燃，加强检查火区内有毒气体及密闭外的瓦斯浓度。

6. 局限瓦斯爆炸的措施

为了尽量避免瓦斯爆炸时灾情扩大，平时应做好以下防止灾害扩展的工作：

(1)通风系统力求简单，无用的巷道及时封闭，加强进出风井间的密闭，以防爆炸时风流短路。

(2)主要扇风机必须装有反风设备，并应定期进行反风试验。

(3)装有主扇或分区扇风机的出风井口，必须安装可靠的防爆门，防止爆炸时扇风机遭到破坏。

(4)编制矿井灾害预防和处理计划，并定期组织学习，组织演习。

kuangjing wasi penchu

【矿井瓦斯喷出】 大量的承压状态下的瓦斯从可见的煤、岩裂缝中高速喷出的现象称为瓦斯喷出。

由于瓦斯喷出在时间上与空间上的集中性和突然性，所以它对矿山安全生产和矿工生命威胁极大。瓦斯在地压作用下沿原始地质构造洞缝大量喷出可以使采区或矿井充满高浓度的瓦斯，导致人员缺氧窒息，也能引起瓦斯爆炸或矿井火灾。有一类喷出是岩溶洞积存的瓦斯。

我国南桐矿务局一井曾发生过两次高压瓦斯沿采掘地压显现的裂缝喷出。这类喷出的特点是瓦斯喷出之际，伴随着地压显现效应，顶板来压、支柱压垮、煤岩冒落，瓦斯喷出持续时间较短。其瓦斯流量与地压卸压区面积、地压强度、瓦斯压力等有关。瓦斯源就是地压显现的卸压区内存储的瓦斯。

预防瓦斯喷出的措施有：

1. 开采近距离煤层时必须采取措施，防止被解放层初期卸压的瓦斯突然涌入解放层的采掘工作面。

2. 搞好地质工作，除随时查明地质构造的变化外，还要掌握住各煤层间岩石的性质及厚度的变化，邻近层的瓦斯压力和煤层瓦斯含量。

3. 不断观测地压，了解地压卸压区的规模、面积及地压显现征兆，以便制定撤出人员措施。

4. 根据初期卸压面积计算出卸压瓦斯量。依据瓦斯量及瓦斯喷出危险程度确定预先排放瓦斯的卸压钻孔数量及孔的位置，并尽可能提高抽放负压，增加预排瓦斯量，争取在地压强力显现前将瓦斯抽放完。

5. 掌握喷出前各种预兆，加强职工安全知识教育，使人人掌握瓦斯喷出前预兆，以便在遇到灾情时能及时撤离。

6. 瓦斯喷出危险区时，工作人员必须配备隔绝式氧气呼吸器或自救器。因为瓦斯喷出后，氧含量极度下降，当空气中氧含量小于 18% 时，不能用过滤式自救器。

7. 加强顶板管理，加强地压监测。瓦斯喷出主要是由于地压显现而促成，所以必须防止大面积突然卸压。必要时可采取人工卸压措施，使卸压过程在人为控制下逐渐完成。要加强支护质量检查。

8. 搞好工作面通风，加强瓦斯检查，掌握瓦斯涌出动态，以便预报瓦斯喷出。

mei he kuangjing wasi tuchu

【煤和矿井瓦斯突出】 煤矿在地下采掘过程中，在短瞬之间，从煤(岩石)壁内向采掘工作面突然喷出大量煤(岩)粉和瓦斯(CH_4、CO_2)的现象，称为煤和瓦斯突出，简称瓦斯突出。它是一种由地压、瓦斯压综合作用的常常伴有声响和猛烈力能效应的动力现象。煤与瓦斯突出能摧毁井巷设施，破坏通风系统，使井巷充满瓦斯与大量煤粉，造成人员窒息、煤流埋人，甚至可引起井下火灾和瓦斯爆炸。因此，煤和瓦斯突出是矿山中严重的产业灾害。

1. 煤与瓦斯(CH_4 或 CO_2)突出

简称突出。发生突出的主要因素是地压(或称地应力)和瓦斯压力的联合作用，通常以地应力为主，瓦斯压力的作用为辅，煤与瓦斯的重力不起决定作用。实现突出的基本能源是煤内蓄积的高压瓦斯能。因此，突出现象的基本特征是：

(1)突出的固体物质具有气力运输的特征，颗粒呈分选性堆积；煤、岩被瓦斯流抛至远处，可随巷道拐弯，亦能向上抛至一定的高度；煤堆积的坡度小于煤的自然安息角。

(2)突出的固体物质具有被高压气体粉碎的特征。大量的极细的微尘是突出时煤被高压瓦斯膨胀粉碎的结果。但也有突出物被高压压实，需要用镐来清

理的少数情况。

(3)突出时有大量瓦斯(CH_4 或 CO_2)喷出，由于瓦斯压力大于巷道内通风压力，而且大得多，所以喷出的瓦斯逆风流前进。100 t以下的中型突出，瓦斯逆流为数十米；1 000 t以下的大型突出，瓦斯逆流为数百米；超过千吨的特大型突出，瓦斯逆流达千米以上。突出能够严重破坏矿井通风系统和设施。

(4)突出孔洞的口小而肚大，呈梨形或倒瓶形，其轴线往往沿煤层倾斜向上伸延或与倾斜线组成不大的夹角，长数米至数十米，有时孔洞被碎煤充填，不易直接看到。

(5)突出有明显的动力效应，如搬运巨石、推翻矿车和毁坏设备、破坏井巷支护等设施。

2. 煤突然压出并涌出大量瓦斯

简称压出。发动与实现压出的主要动力是受采动影响所产生的地压，即地应力。瓦斯压力和煤的自重是次要的因素。压出的基本能源是煤层受地压影响所积蓄的弹性能。因此，压出的基本特征是：

(1)压出的固体物按弹性能释放的方向堆积，是堆积在原处位置的对面，压出的煤抛出不远，或在自重的参与下偏向铅垂方向；煤堆积坡度小于自然安息角。

(2)压出的煤无分选现象，大小不同的碎块杂乱无章；有时煤被整体位移，向外鼓出。

(3)压出时瓦斯涌出量不大，极少情况下从压裂的缝隙喷出瓦斯，但极少见到瓦斯逆流的现象。

(4)压出时动力效应较突出为小，但亦能推倒支架，推移工作面设备。

(5)压出后形成的空洞不规则，往往形成袋状、楔形、缝形不等，但空洞多为口大而肚小，外宽内窄，深度长的达几米，不少压出看不到空洞。

3. 煤的倾出并涌出瓦斯

简称倾出。发生倾出的主要动力是地应力，即结构松软、饱含瓦斯、内聚力小的煤，在较高的地应力作用下，突然破坏、失去平衡，为其位能的释放创造了条件。突出倾出的能源主要是失稳煤体的自身重力。因此，倾出的基本特征是：

(1)当煤体自重超过煤层的凝聚力而倾出时，按重力方向堆积，即堆积在原处位置的下方，就近堆积在采掘工作面的下方近处。堆积的坡度等于自然安息角。

(2)倾出的煤呈大小不同的块状，无分选现象，无粉末状细粒。

(3)倾出伴随有瓦斯涌出，但影响范围和瓦斯量均较突出为小，且无瓦斯逆流现象。

(4)倾出后形成空洞有舌形、袋形，孔洞轴线沿煤倾斜方向延伸，倾角大于45°，位于原集中应力带以内，孔洞深达几米。

(5)倾出的动力效应较小，仅能破坏附近的支架。

以上三种，即突出、压出、倾出三种动力现象的发动力都以地压为主，所以它们的预兆相似，对震动以及引起应力集中的因素都非常敏感。在地压应力集中地带、地质构造带、松软煤带等都易发生。凡能使地应力得到缓和及衰减的措施，例如开采解放层等，都可以减弱甚至消除这一灾害。由于实现突出、压出、倾出的能源不完全相同，根据动力现象的力学特征，一般不难区分，从而采取各自适应的预防措施。

突出危险煤层内，地应力和瓦斯压力同时存在，而且相辅相成。实验证明，地应力增大区，瓦斯压力亦增大；煤中瓦斯含量高，瓦斯压力增大地区，地应力亦随之增大。

瓦斯突出，发生的条件与特征有如下规律：

(1)突出灾害随采掘深度的增加而增加。

各矿发生突出地点的深度因地质条件、地压状况、煤质松软与坚硬、煤层倾角、厚度等的不同而各异。但总的说来，深度大，则突出的次数多、强度大。

(2)突出的次数、强度，随煤层的厚度，特别是软分层的厚度的增加而增多。突出最严重的煤层一般都是最厚的主采煤层。

(3)突出可以发生在各类巷道中和各种作业时，但以石门揭穿煤层和放炮落煤时最容易发生。掘进平巷和采煤工作面次之。

(4)回采工作面和邻近层煤柱区的突出，大多表现为地压显现作用的结果，即地压起主导作用；石门揭煤、上山和下山的突出，地压和瓦斯联合作用；钻孔突出大多为瓦斯压力起主导作用。

(5)突出多发生在高瓦斯矿井内，同一煤层，其瓦斯压力越高，突出危险性越大；不同煤层，其瓦斯压力与突出危险性之间无直接关系。这是因为决定突出的主要因素除瓦斯外还有地应力、煤结构强度等。

(6)突出煤层的特点是煤的力学强度低、变化大、透气性差，瓦斯扩散速度高、湿度小、层理紊乱、遭地质构造力破坏严重。

(7)煤自重的影响。由煤壁上前方往巷道内突出占大多数，由下方向巷道突出占极少数，突出次数有随着煤层倾角的增大而增多的趋势。

(8)突出危险区呈带状分布。这是因为地压、瓦斯压力、煤的力学强度和结构等异常往往呈带状分布。因此，突出与地质构造有密切关系。围岩硬而厚时突出危险性增大。

在采掘形成的地应力集中地区，如邻近层的煤柱上下、相向采掘接近区、巷道开口、两巷贯通前煤柱内、采煤工作面集中应力处及上山掘进等突出危险性大，次数多且强度大。

(9)绝大多数突出，发生在落煤工序，尤其是爆破落煤时。突出的危险性随对煤体震动增强而增加。

(10)大多数突出,事先都有预兆。煤与瓦斯突出预兆表现在三个方面:

1)地压显现方面的预兆

发出煤炮声、支架响声以及出现岩煤开裂、掉碴、底鼓、岩煤自行剥落、煤壁颤动、钻孔变形、垮孔顶钻、夹钎杆、钻机过负荷等。

2)瓦斯涌出方面的预兆

瓦斯涌出异常,瓦斯浓度忽大忽小,煤尘增加,气温、气味异常,打钻时喷瓦斯、喷煤粉以及出现哨声、风声、蜂鸣声等。

3)煤层结构与构造方面的预兆

层理紊乱,煤变软变松或不均匀,煤变暗淡无光泽,增大煤层厚度,倾角变陡,挤压褶曲,波状隆起,煤体干燥,顶底板阶梯状凸起,断层破碎带扩大等。

预防煤与瓦斯突出的技术措施:

(1)开采解放层

在有煤与瓦斯突出危险的矿井中,在开采煤层群的条件下,矿工们首先开采没有突出危险,或突出危险较小的煤层。由于受采动影响,距离它一定范围内的突出危险煤层便会失去突出的危险。这个先采的煤层称为解放层,位于突出危险层的上方,称为上解放层,位于下方的称为下解放层。

凡是有解放层的所有发生煤与瓦斯突出的国家,如法国、原苏联、德国、波兰、匈牙利、比利时等国,都采用这种措施。我国从 1958 年起成功地推广了这一技术。目前开采解放层的矿井占全国有煤和瓦斯突出危险矿井的 26%。这是一种有效的区域性防治突出的措施。

(2)预先抽放突出危险煤层的瓦斯

我国采用预抽瓦斯的矿井占有突出危险矿井总数的 21%。在煤层开采之前用均匀布置在突出危险煤层内的大量钻孔来进行几个月至十几个月的预抽瓦斯,不仅降低了瓦斯压力与瓦斯含量,而且使地应力下降,煤层的强度增加。我国的实践证明,只要能预先抽出20% ~30% 的瓦斯,即可防止煤与瓦斯突出。

(3)煤层注水

近年国外研究成功在回采工作面注水可防止煤与瓦斯突出。

我国山西阳泉一矿北头嘴矿井在综采工作面进行浅孔煤体注水,使工作面煤压出的次数减少 82%,瓦斯涌出量减少 28%,煤尘减少了 49%。

(4)超前钻孔

在工作面前方一定距离的煤体内,在开采以前始终保有一定数量的较大直径的钻孔,用以预防突出的发生。

我国有近 40% 的突出危险矿井使用这种措施。我国超前钻孔的经验数据为:孔径不少于120 mm,超前距离不少于5 m,孔数不少于4 ~5 个。南桐鱼田堡矿孔径为300 mm。

(5)水力冲孔

利用钻机打钻时喷射的水射流,在突出煤层内冲出煤炭和瓦斯,或诱导可以控制的小型突出,以造成煤体卸压,排放瓦斯,消除采掘突出危险的方法。此法最早在南桐矿务局试验成功。

据不完全统计,应用此法在我国已经安全地揭开突出危险煤层(指石门掘进揭穿突出层)100 多次,掘进煤巷 1 万多米,水冲区采出煤炭 100 万吨。

(6)震动放炮

用比普通爆破多的炸药量和炮眼数,一次炸出巷道全断面的爆破,称为震动放炮。

震动放炮用强大的震动力和深揭作用使地应力作用下的高压瓦斯煤体突然暴露,造成人为最有利的可控制的发生突出的条件。所以,它是一种诱导突出的方法,也是在人员不在现场的条件下完成最危险的落煤或揭开煤层工序的一种安全措施。

震动放炮时揭盖的炮眼数比一般爆破约多 2 倍;煤眼和岩眼的比例为 1∶2;煤、岩眼交错排列,毫秒爆破时,先爆岩眼,后爆煤眼,最大延迟时间应在100 ms 以内。

kuangjing meichen baozha

【矿井煤尘爆炸】 指煤矿煤尘爆炸或伴随瓦斯爆炸的瓦斯与煤尘联合爆炸事故。

1. 煤尘的爆炸性

煤是可燃物质,当它被粉碎成细小颗粒后,其表面积增加,因而其氧化能显著增强。煤尘受热时单位时间内吸收更多的热量,氧化发热、吸热,在300 ~400 ℃较低温度时,就有大量挥发分放出聚集于尘粒周围。这类可燃性气体一经与空气混合便在高温作用下再吸收能量,形成一定数量的活化中心。如此时氧化热有效地传给附近的煤尘,这些煤尘就迅速受热分解,燃烧起来。此种过程连续不断地进行,氧化反应越来越快,温度越来越高,而活化中心也越来越多,达到一定程度时,剧烈的氧化燃烧便能发展成更为剧烈的爆炸。

煤尘爆炸的氧化反应主要是在气相内进行的,具有与瓦斯爆炸同样的特点。

2. 煤尘爆炸的必要条件

煤尘爆炸必须具备以下 3 个条件,缺一则不会发生爆炸:

(1)煤尘本身具有爆炸性

不是所有煤尘都具有爆炸性。因此,对矿井的煤尘利用煤尘爆炸性鉴定仪器来确定煤尘有无爆炸性是《煤矿安全规程》规定的主要依据。虽然可以用样品煤的工业分析计算出挥发分指数,粗略地判断该煤尘有无爆炸性,但是这不能作为准确依据。一般而言,无

烟煤很少有爆炸危险。

(2)煤尘悬浮在空气中达到一定浓度

煤尘浓度,一般用单位体积空气中所含煤尘的重量来表示:g/m^3。

煤尘和空气混合物,即悬浮状态下的煤尘有爆炸界限。

煤尘的爆炸界限和空气混合物中有无沼气、火源的性质及其强弱程度等因素有关。

试验证明,我国煤尘的爆炸界限在下述范围:褐煤爆炸下限为45 ~ 55 g/m^3;烟煤为110 ~ 335 g/m^3;上限一般为1 500 ~2 000 g/m^3。

(3)存在有引爆的热源,即必须具有足以引燃煤尘的温度——最低着火温度

我国煤尘爆炸试验表明,煤尘引燃温度,一般在700 ~800 ℃,少数为1 100 ℃。

煤尘爆炸和瓦斯引燃一样也有一个延迟时间,叫"着火感应期",即煤尘受热分解并形成足够数量活化中心所需要的时间。这一时间主要取决于煤的挥发分含量,挥发分越高,感应期越短,一般为40 ~250 ms。

3. 预防煤尘爆炸的措施

(1)煤层预先注水

在回采前预先在煤层中打若干钻孔,通过钻孔注入压力水,使水渗入煤体节理裂隙之中,增加煤层的含水量,以减少采煤时粉尘生成。

注水分深孔注水和浅孔注水两种。

1)深孔注水。回采前预先在工作面前方回风道或进风道安设钻机,在煤层中沿倾斜平行于工作面打钻孔。孔深为工作面长度的 2/3;孔径75 ~ 100 mm。注水钻孔间距:阳泉煤矿12 m;宁夏石嘴山煤矿10 ~20 m;本溪彩屯煤矿8 m。

封孔是保证顺利注水的关键。一般用水泥灰浆封孔,也可用塑性胶筒封孔。

注水的水压较高,一般用20 ~ 40 kg/cm^2;有条件的水压可更高。

注水超前于回采的时间,至少需 15 天。

开滦煤矿等矿采用深孔注水法,开采时工作面煤尘浓度降低了65% ~90%。

2)浅孔注水。在采准班内用普通电钻打孔深为2.5 ~3.5 m,直径43 mm的注水孔,孔距1.5 ~2.0 m,打好眼后,插入特制的注水器封孔注水。注水压力不能太高,注水后10 ~ 15 min,便可出现煤壁"出汗"现象,表明注水范围内煤层已经湿润。

浅孔注水效果,赵各庄矿达到降低粉尘生成量70%;彩屯矿达到80%。

注水水源可用地面静压水,亦可用防尘用水管道直接接到注水孔。

深孔注水预湿范围大,适用于中厚及厚煤层。

(2)水封爆破和水炮泥

即借爆破压力将水注入煤层的一种降低煤尘生成量的措施。

水封爆破是在装药后,先放一段隔水炮泥,然后从孔口再放炮泥不塞到底,在两段炮泥之间,插入注水管低压注水,以此当炮泥用。

阜新矿务局试验水炮泥降尘率达57% ~72%。

(3)喷雾洒水

在尘源发生地点喷雾洒水是捕尘降尘的最简易的有效措施。

在机组采煤、联合掘进机组掘进、装煤、翻煤车、转载、爆破等生产环节中采取高压水喷雾措施,将大大减少煤尘的飞扬;爆破时洒水喷雾既降尘又消烟,缩短通风排烟时间。

(4)合理风速

必须严格控制井下风速,增大风量或改变通风系统时,同时相应地调节风速,防止煤尘飞扬。

风速与空气中含尘量的关系比较密切。风速过小,不能将悬浮的煤尘及时带出工作地点(机组割煤时煤尘逆风扩散),使空气中含尘量增多;风速过大,虽可将浮尘吹走,但同时也把已沉降于巷道四周的沉尘重新扬起,增加了工作面和巷道的粉尘浓度。

工作面的风速应控制在1.2 ~1.6 m/s间为宜。

(5)清扫积尘

沉积在巷道四壁的煤尘,一旦受到冲击再度飞扬,形成初爆的尘云,会为煤尘爆炸创造致灾条件。所以,矿长必须定期组织人员按计划对井巷进行清扫、冲洗煤尘。巷道中的沉积煤尘清扫后要及时运出矿井。

(6)防止煤尘引燃

1)预防瓦斯引燃而扩展为煤尘爆炸,措施与防止瓦斯的火源相同。

2)管理好火区,防止因煤自燃而引爆。

3)杜绝明火、明电;禁止井下电焊。

4)加强电气防爆的管理。

5)正确组织爆破作业,防止过装药、早爆、糊炮炸大块。爆破前必须洒水。有不少煤尘爆炸事故是由放炮引燃的,所以必须遵守爆破作业的一切安全要求。

(7)局限煤尘爆炸

这一措施的目的是将煤尘爆炸局限于较小的范围内。

开采有煤尘爆炸危险煤层的矿井,在矿井的两翼、相邻的采区、相邻的煤层要用岩粉棚或水棚隔开。

岩粉棚是由架设在巷道顶方的多块放置不燃岩粉的板子所组成。每块岩粉板上堆放一定量的岩粉,当爆炸波传来时,将岩粉棚推翻,使板上岩粉均匀地散落下来,在巷道中造成浓厚的不燃岩粉雾,爆炸火焰传来时因被粉雾吸热冷却、熄灭而不能向前传播。

岩粉棚上岩粉易于受潮而丧失其飞扬性，所以需要定期更换。为解决这个问题，除采用抗湿性岩粉外，可把岩粉装入塑料大袋里，挂在巷道顶部，其作用与岩粉棚相同。

用盛穿水的水槽、水袋代替岩粉棚。水槽棚与岩粉棚的结构与作用相似。

使用水槽棚时，用水量约为每平方米棚面200 kg。

kuangshanzhong de dongqi ji dongziti

【矿山中的氡气及氡子体】 指铀矿和非铀放射性矿山中的放射性气体——氡及其子体。

矿内大气中含有氡，铀矿尤多。

近年多人研究证实，铀矿和含铀钍的放射性金属矿山，矿工致癌的罪魁祸首是氡子体。

1. 铀矿中氡的积累

铀矿中氡的积累，是指矿内大气中因氡从矿岩中析出而造成的氡浓度随时间的推移而不断增高的变化过程。例如密闭采空区的空间中氡浓度随密封巷道时间的增长而增高；矿井风流中的氡浓度随流经巷道和采矿工作面距离的加长而增高。

铀矿中的采矿场、穿脉与沿脉巷道表面，都是氡气介质表面，从此析出的氡进入积累空间（巷道中或密闭内），使得积累空间的氡浓度增高。积累空间氡浓度增高了，又反过来使射气介质表面上的氡浓度增高，从而影响了射气介质内部氡浓度的分布。射气介质表面氡浓度的增高只能使射气介质中氡浓度的梯度缩小，从而减少了氡从矿体表面的析出率，井巷和密闭内氡浓度增长的速度相应地变慢。

在地下开采的铀矿和非铀放射性矿山中常有大量永久性和临时性的封闭空间，即采空区。老矿井的采空区更多，情况更复杂，有的空区处理不当，有的部分充填，有的完全塌陷，大空场不加处理，就会形成氡的积累源地，造成井下空气的严重污染。云锡等非铀金属矿山采空区的氡污染是井下氡浓度过高的主要原因。

金属矿山、铀矿山的采矿场分巷道型和硐室型两种。在巷道型通风空间中氡浓度是不均匀的；在硐室型通风空间中，氡浓度比较均匀。对一个具有一定氡析出能力的通风空间来说，该空间的氡浓度和通风情况关系密切，通风方式、通风系统、风量大小、风流分布、通风时间都对氡的积累和浓度变化有很大影响。

2. 井下氡源特点

非铀放射性矿山和铀矿山，井下氡的来源有：矿岩体暴露表面、井下堆存的矿岩、地下水析出等。由于矿床中含铀矿物的赋存状况、含铀品位高低、采掘方法、井巷布置等不尽相同，所以铀与非铀矿二者的主要氡源也不同。

（1）铀矿开采的含铀品位高的铀矿体，而非铀矿的含铀矿物富集成工业铀矿床的极少。

矿岩暴露表面氡析出率的大小，首先取决于含铀品位的高低。因此，铀矿以矿体暴露表面析出氡为主要氡源；而非铀矿的矿体暴露表面的析出氡不是主要氡源，采空区往往是析出氡的主要氡源。

（2）非铀矿山井下氡主要来源于岩石裂隙和采空区。随着开采年限延长，空区范围逐年扩大，采空区内又大量堆存含铀废石，当采空区塌落，氡的析出量增加，这就势必进入井巷和采矿场，构成了矿井主要氡源；而铀矿围岩的氡析出率比矿体暴露表面析出率低得多，其采空区中的氡不是主要威胁。

（3）非铀矿有大量地下水，经裂隙流经含铀矿物，将氡带入正在开采的井巷之中，从地下水析出的氡在有的含铀金属矿山的非铀矿，可能成为井下氡的主要来源。铀矿从矿体析出的氡远远超出地下水带人的氡，所以地下水析出的氡不是矿井的主要氡源。

（4）铀矿在开采中，若矿石含铀品位高，块度小，细矿多，氡析出量将随矿房或采场的存矿量增加而增高；非铀矿山，其所采的其他金属矿，矿中微量含铀，岩矿氡析出率低于其他氡源，所以存矿多少与局部地区污染无关紧要。

根据对国内二十几个有铀共生的一般金属矿山的测定，采空区中氡的析出是污染非铀矿山井下空气的主要原因。

3. 氡子体

氡在连续衰变过程中形成一系列氡的子体，其中半衰期极短的那部分氡子体是极其细微的金属颗粒。

氡是镭的衰变产物，氡（Rn）放出 α 射线后又连续衰变，最后形成铅^{206}（P_b^{206}）稳定为止。氡有八代子体，前 4 种子体的半衰期都比氡短，叫氡的短寿命子体；后几种的半衰期都比氡长，且含量极少，其放射性强度、粒子能量不超过总量的 14%，在井下空气中对人的生理危害不甚显著。人吸入氡和氡子体后对人的内照射，主要是由氡的短寿命子体形成的，一般所谓氡子体是指前 4 种氡的短寿命子体而言。

氡的半衰期为5 510 min，氡的 4 个短寿命子体半衰期分别为 RaA（Po^{218}）：3.05 min；RaB.（Po^{214}）：26.8 min；RaC（Bi^{214}）：19.7 min；RaC′（Po^{214}）：27.34 min。

氡及其子体大多是 α 放射性同位素，它们对人体的危害主要是由 α 粒子的内照射造成的。存在于矿体内的氡从岩矿暴露表面或采空区析出后，进入矿井空气之中。存在于矿内大气中的氡及其子体随同尘粒气溶胶一起被吸人人体内，构成了 α 射线内照射。

氡子体的危害远远大于氡对人体的危害。直接从空气中吸入体内的氡，有 90% 在其衰变之前已被呼出；而吸入的氡子体只有 40% 被呼出，60% 被滞留在

机体内。氡进入体内进行放射性衰变，同时放出α粒子，造成内照射伤害。但是，氡的半衰期比较长，其辐射剂量不到氡子体剂量的1/20。

氡子体对矿工的主要危害是损伤上呼吸道和肺，与呼吸性粉尘共同作用，加速尘肺病的发展，有可能导致肺癌。

进入机内的氡，经肺部随血液循环分布全身，并不断衰变在体内产生氡子体；加上直接从空气中吸入的氡子体，两者共同作用。吸入机体内的氡子体，经肺及支气管时往往沉积于呼吸道里，而且直接吸入的氡子体量远比氡在人体内衰变时产生的氡子体量多。这些沉积在肺、支气管内的氡子体在它随着吐痰被排出之前，足以放出全部α潜能，造成机体损伤。此外，经调查吸烟与氡子体辐射有协同作用，在井下吸烟的矿工中，肺癌的发病率高。

所谓氡子体与氡的放射性平衡，指的是氡衰变及其子体的积累，两浓度相等所需时间。由于氡子体半衰期很短，所以当氡涌入矿内大气时，它产生和积累氡子体的速度很快，即矿内大气中氡子体的浓度增长很快。纯氡进入矿内大气以后，假设产生的氡子体没有损失，那么大约经过3 h，氡子体的浓度就与母体氡的浓度相等了，这个性质就叫氡子体与氡达到放射性平衡。吸入体内的氡与其子体，其放射性平衡与在矿内空气中的性质相同。

在放射性平衡的状态下，空气中氡子体的浓度最高，吸入这样的空气对人体的危害最大。所以，排氡通风的着眼点，应是强力通风。在氡子体达到高浓度以前，将新鲜空气送到采掘工作地点，并将其及时排出，是防护氡子体辐射的有效方法。

youkuang jianjing anquan

【铀矿建井安全】 指放射性矿井建设及地面的安全防护。

有放射性辐射危害的铀、钍矿山及非铀金属矿山，只有在建立了完善的安全卫生防护设施，并经审查、验收之后，方准投入生产。这些安全卫生设施包括：通风防氡、通风除尘设施、放射性矿石试料加工室、剂量防护实验室、卫生通过区间、专用浴室、洗衣室、矿石贮存库和放射性废水处理设施等等。

矿山地面布置的防护原则是建立"卫生防护带"。首先，居民住宅、矿工家属宿舍区应安置在远离矿山工业广场的地区，且应在矿井出风井口的上风侧，整个工业广场亦应在居民集中地的下风侧。矿山地面总布置基本上是将污染区（工作区域）和清洁区（生活区域）分开。后者应处于地势较高的，该地区常年风向的上风侧。

工作区包括：坑口、矿仓、选矿厂、废石堆、尾矿库和剂量防护室等；生活区包括办公楼、食堂、俱乐部、机修厂、锻钎房等。

放射性矿山属于弱辐射范围，卫生防护带间距按第一级矿山企业标准，如居民区设施在距污染区1 km以外。

为防止进风井所送入井下的新鲜空气被污染，应将选矿厂和废石堆设在入风井口的下风侧。入风井应布置在排风机的上风侧。入风井周围不得设矿仓和废石堆，这些污染源必须距入风井100 m以上。

在污染区不应设置休闲场所和与生产无关的建、构筑物。在有放射性粉尘、污水、尾矿、坑内排出水等污染的区域中，应禁止种植粮、菜、牧草和果树。

youkuang kaicai anquan

【铀矿开采安全】 指铀矿开拓及采矿的安全防护。

铀矿和非铀放射性矿山，为控制氡的析出，减少氡子体的危害，在开拓与采矿过程中必须遵守下列安全要求：

1. 矿山设计时，选择开拓方案和采矿方法都必须立足于局限放射性辐射的空间范围，并创造有利于防护的条件。主要着眼点应放在减少氡及其子体的来源，有利于强化通风、迅速排氡、降低产尘量。

2. 在矿石富集地带，应尽量减少巷道探矿，用孔探代替坑探，以减少岩矿暴露表面。

3. 采准、开拓用巷道应布置在矿脉以外的围岩之中，即采用"脉外开拓"，以减少在放射性矿脉之内的掘进工程量。

这种脉外开拓，一方面大量减小了放射性矿体的暴露面积，另一方面，脉外巷道也给采矿时的通风创造了分区通风、防止串联、形成贯通风流、防止漏风并可提高有效风量率等有利的排氡条件，防止放射性污染扩大范围。

4. 集中进行采掘作业，限制同时开采的中段数目，同时作业的中段数不应超过4～5个，其中包括：探矿中段、采准中段、回采中段、回收矿柱或充填中段。限制同时开采的采场数目，防止"遍地开花"，到处设置采矿点，停停打打、分散作业的管理紊乱局面。这是为了减小矿体总暴露面积，有利于控制氡的析出。

5. 严格开采顺序，推行"从上向下、从里往外"的开采顺序；严格采用"后退式开采"，即从矿井边界向中心井筒方向开采，采完一个区段，立即与采空区密闭隔绝，及时封闭采空区，以减少氡从采空区涌出。

6. 优选采矿方法，除根据矿床特征、顶底板围岩性质选择采矿方法以外，必须选择那些使矿体暴露面积为最小、矿石损失贫化率低、矿石破碎率低、矿石在采场停留时间短、有贯穿风流的采矿方法。

从放射性防护观点而言，深孔崩矿优于浅孔崩矿；充填法优于留矿法。深孔崩落法不仅减少爆破工作

量、防止矿石过于粉碎从而减少氡的析出，而且还能减小放射性粉尘、放射性气溶胶的生成量。

7. 采用大直径钻孔通风。美国铀矿，对缓倾斜矿体，当采掘深度不很大时，采用1.5 m直径的大钻孔作通风道，将新风从钻孔送入，实现分区通风，减少了污染。我国已批量生产了天井牙轮钻机，有的也可以钻到800 mm到1 m孔径的通风井，实现了天井通风机械化，对防氡有重要意义。

8. 封闭采准区，隔绝新矿岩暴露面。为了控制氡的析出率和氡的涌出量，除对采空区及时封闭外，对已经掘进完毕的采准巷道和尚未开采的工作面，要暂先封闭；用不透气的材料砌成密封，将通风巷道与之隔绝。对暂时用不上或尚未着手开采的新矿层暴露面，以及含有放射性矿物的巷道，应喷上泥浆等防氡保护层。理论证明，矿壁上覆有2 mm厚的某种物质的膜，能使氡的析出率降低50%以上。用硫酸木质素、人造橡胶、喷射水玻璃等等封闭岩矿暴露面，在国外铀矿都进行专门试验，效果显著。用聚胺酯泡沫封闭旧巷道和采空区，防止氡及其子体污染主要风流，收到了很好效果。我国试用的偏氯乙烯乳化液封闭矿岩暴露面，使氡的析出量减少70%。

9. 密闭采空区，防止入风污染。我国云锡由于氡主要来源于采空区和围岩裂隙，所以防氡密闭的建造对隔绝采空区氡的析出有重要作用。以老厂七区入风道为例，它位于裂隙发育的大理岩中，距入风口100 m处又与采空区相通，压入式风机安装于距风口290 m处，入风段处于负压状态，从而受到采空区和裂隙中析出氡的污染，经过两次密闭后，采用砖墙密闭并抹以灰浆，距入风口280 m的氡浓度从1.47 Ci/L降到0.64×10^{-10} Ci/L。

10. 推广装运机械化，对已采落的矿石应尽快尽早从坑道内运走；对凿岩台车、装矿机、电耙采用遥控，以减少工人数目，推行"距离防护"。多装快运少滞留矿石于井下，减少了氡从碎石中析出。

11. 巷道排水沟应设置盖板，并将矿坑水及时排到坑外，以减少氡从井下水中析出。

youkuang tongfeng

【铀矿通风】 指排氡的通风方式、通风系统、总风压通风及局部通风等特殊要求。

降低并排出氡及其子体的基本方法是加强通风。建立合理的通风系统，选择正确的通风方式，供给足够的有效风量，是防止矿工放射病，防止粉尘和放射性气溶胶的危害，稀释井下有毒有害气体，改善铀矿及含铀金属矿的井下劳动条件，保证安全生产的主要措施。

铀矿通风要遵循下述五项原则：

1. 铀矿必须设置强力的通风机设备，禁止采用自然通风

由于放射性矿石多赋存于不规则的窄矿脉中，致使探矿和采掘巷道漫长曲折、分支众多，造成风流线路长，通风阻力大的现实客观情况；另外，有氡从岩矿壁大量涌出，自然通风既不能克服较大的井巷阻力，又不能保证供给足以将氡及其子体降到最大容许水平。在一年的不同季节里，自然风压变化无常，风向不稳，往往夏季通风更加恶化，从而使氡的浓度显著增加。

美国对犹他州的9个铀矿进行调查的结果表明，夏季氡的浓度比冬季高出1倍，即使在冬季，仅靠自然通风，井下氡的浓度远远超过最大容许浓度。

所以，放射性矿山必须采用机械通风。

2. 通风机必须连续运转，不能中途停风

从矿体中涌出的氡气、钍射气具有连续衰变而形成多子体的特性，如果在工作班结束后停止风机运转，则氡及其子体的浓度，将因不断在矿内空气中积累而显著增加。

前苏联和美国都进行过停风试验。前苏联在铀矿中的测定表明：停风3 h，井下氡在空气中的放射强度将增加30倍。美国的一次铀矿实测表明，井下停风10 min，氡子体的浓度增加5倍；停风1 h，可增加10倍以上。

所以，放射性矿山的通风机必须24 h连续运转，风机及电动机必须有冗余备用量。如果由于某种原因，井下工作地点风量不足，工作班开始以前，应调度风流，加强通风，直到将氡及其子体降到最大容许浓度以下，才允许工人进到采掘工作面进行作业。

3. 建立合理的通风系统

当矿体埋藏深度较大且较为集中时，用1至2台主要通风机能够进行全矿井通风时，则可采用全矿统一的中央式通风或对角式通风。当矿床地质条件复杂或矿体浅部开采、平硐开采、有许多中段与地表贯通，或风路过长且需风量又大以及多中段同时作业等情况下，应采取分区通风。分区通风可以按矿脉各自建立通风区，也可以按中段、采区、不同地质带的矿块划分几个独立通风区。

我国金属矿山，为避免多中段串联通风，创造了多种形式的通风网路，可供铀矿设计通风系统和改善通风状况时参考。

较为典型的有棋盘式通风网、上下行间隔式通风网、平行双巷通风网等。

近年为分区通风的实施，我国风机专家和采矿专家与厂家协作研制出多种大风量、低风压的节能风机，为改善矿井通风系统做出了贡献。

4. 铀矿通风应优先采用压入式通风

通风方式是指主要通风机与通风井筒的关系。当主风机的进风口与井筒相连，将污风从井下抽出，此种方式称为吸出式。吸出式通风，井下各点的风压低于

大气压力，又称负压通风。当主要通风机的出风口与井筒相连，则新鲜风流从地面压入，此种方式称为压入式。压入式通风，井下各点的风压高于大气压力，又称正压，或超压。

由于压入式通风，井下空气为正压，能抑制氡的析出。所以，放射性矿山一般应采用压入式通风。云锡老厂矿的实际测量表明，抽出式通风各测点氡浓度比压入式通风高39倍。

压入式通风时，装有通风机的井口必须严密封闭，防止风流短路和大量漏风。

5. 加强独头巷道掘进时的局部通风

对铀矿而言，局部通风和全矿通风一样，也是压入式，有利于降低巷道内氡的浓度。

国内外放射性矿山实践证明，压入式风筒的末端，距掘进工作面越近，氡及其子体的浓度越低。

美国科罗拉多铀矿实测表明，将风筒口距独头工作面的距离从12 m降到6 m，氡的浓度减小到原来的1/8；氡子体的浓度减小到1/3.5。

加拿大铀矿对压入式风筒口距独头掘进工作面的距离规定为5 m；美国规定不大于9 m。我国规定6～10 m。

必须保证有足以使氡及其子体降到安全浓度的局部通风量。国内外都规定，这一风量不能小于100～200 m^3/min。

youkuang fangchen

【铀矿防尘】 指放射性矿山的综合防尘措施。

开采铀矿时，矿尘的危害不单是粉尘中游离 SiO_2 可以导致矿工尘肺病，更大的危害在于粉尘成分中有放射性同位素，而且氡子体沉积在呼吸性粉尘上又形成极细微的气溶胶，这不仅加速尘肺病的发展，更能促进矿工肺癌的发生。

所以，放射性矿山的防尘必须配合防氡，采取综合技术措施，加强个体防护。

1. 减少粉尘的生成

采用深孔凿岩代替浅孔凿岩，从而减少钻孔和爆破的工作量，从根本上控制粉尘的发生量；采用生成粉尘最少的钻孔工具，如采用小直径钻头，应用高风压凿岩机，使用锋利钎刃等等；改造垂直溜矿井的结构，以减少溜井放矿时飞石扬尘，控制放矿粉尘生成量。这些都是减少粉尘的办法。

国外对节理裂隙发育的成层矿床采用高压水枪采矿、水力采矿等新工艺，可从根本上减少矿尘的发生。坚硬的矿石应用电磁破碎的前景亦大有希望。

2. 在产生矿尘的地点，就地降尘

凿岩机必须装设给水套等供水喷水装置，以便一律采取湿式凿岩。

在凿岩用水中加入降低表面张力的湿润剂以提高凿岩除尘的捕尘率。

使用湿式凿岩机时，应先开水门后开风门，关闭时应先关风门后关水门，以减少"干开门"和打干眼。

应用水封爆破和"水炮泥"，即在填药后，用黄泥和水套间隔堵眼；在孔口悬挂水袋，以便在火药爆发时便将水套、水袋中的水喷于爆破带，以减少爆破生尘量，且可减少炮烟生成量。可利用爆破冲击波开启水幕的自动装置喷水。

装岩时应喷雾洒水，推广装岩机随机水幕，装岩斗动作与水幕开关同步，只要开动装岩机就自动喷雾。

在所有的固定放矿漏斗、溜井、矿仓、地质刻槽等处都应设置喷雾设备，以便各生产环节全部推行湿式作业。

防止沉尘二次飞扬，设置巷道水幕及专用巷道洗壁洒水车。

国外近年为提高湿式作业捕尘率，特别对呼吸性粉尘的捕尘率，采用磁化水、荷电水、特高压水等新技术，应用多种捕尘机理消除呼吸性的细微粉尘。这对铀矿防止放射性气溶胶的危害有重要意义。

3. 通风排尘

只要采取强力通风，按铀矿通风五原则，满足排出氡及子体的通风量和各项通风要求，一般都可同时满足排尘的需要。

有个排尘风速问题，风速过高可将巷道沉尘扬起为尘云，污染井下环境；风速过小时，风流带不走尘粒，不能完全将扬尘排出矿外。经验及实验证明，最小排尘风速应为0.15～0.25 m/s。

4. 过滤含尘和含气溶胶的空气

基于氡子体和高分散度的气溶胶相结合，而气溶胶状的微粒粉尘和游离 SiO_2 共同作用的危害更大，所以在加强通风排氡和排尘以外，在推行湿式作业的同时，国外近年都推行化学纤维、无纺布与喷雾相结合的水膜捕尘器。我国东北大学、武汉安全环保研究院也已制成这类防尘装置。

kuangjing turan yongshui

【矿井突然涌水】 在建井和采矿过程中，采掘空间引起了围岩应力场的改变，破坏了地下含水系统与围岩的原始平衡状态。井巷或采掘工作面的围岩薄弱带在有一定水头或承压地下水作用下，经陷落柱、断层、节理、裂隙、破碎带、软弱层，或矿压破坏产生的裂隙系统等过水通道，突然突破围岩涌入矿井中的股状水流，称为矿井突然涌水。亦称矿井突水。

矿井突然涌水，一般均有水压高、水量大、持续时间长，危害严重等特点。矿井突水是一种矿井灾害。这一灾害不仅造成人员大量伤亡，井巷冲垮破坏，而且会因表土层中砂层水的疏干引起地表不规律的下沉，

在岩溶化区还会出现地表塌陷，对矿区地表建筑、道路、农田均可产生破坏作用。

诱发突然涌水灾害的主要因素有以下几个方面：

1. 含水系统各含水层、溶洞及老空积水等的水压，即势水头的大小。

矿井深度越大，水灾的水源距现采区的深度也越大，其势水头压力也越大。

2. 采掘空间距含水系统之间的围岩薄弱带的厚度、岩石机械物理性质、各层之间的次序以及地质结构的构造情况。

3. 矿山地压对围岩的破坏程度。

地压对围岩破坏越严重，断裂和破碎也越严重，因而诱发突水的通道也更为发育。如矿体上部覆盖岩层中冒落带和断裂带的高度、底板的破坏深度、四周的压裂破碎带的厚度等参数都影响着矿山地压对围岩的破坏程度，也都是突水的致灾因素。

4. 水源补给的丰沛程度及过水通道的过水能力。

矿井突水通过的水路，称为过水通道，或称矿井突水通道。它指的是地表水体、地下岩溶空洞积水、采空区积水及富水含水层中的水突然涌入矿井的途径和水流通道。过水通道包括：导水断层、陷落柱；与含水层或水体有密切联系的钻孔；老空、溶洞、溶缝、溶隙、地下暗河；含水层本身的空隙及裂隙，还有一些地质构造形成的裂隙破碎带：断层尖灭端、交叉点、背斜与向斜的突陡、突弯处等；由矿山地应力作用而产生的裂隙、断裂及地表扒缝；地应力变化导致的新的导水断裂等等。

突然涌水分为即发性突水和迟后性突水。前者指在采掘过程中揭露或靠近导水通道时透发的突水。这种突水现象在矿井水灾中所占比例最大，且来势突然而凶猛、水量大、持续时间长且较稳定。当水量过大时，连水闸门也来不及关闭就迅速淹没了采区或全井。它对矿工生命安全和矿井生产危害性极大。后者，所谓迟后性突水是在采掘基本完成后，几个月，几年，在老空区、在大巷中发生的迟到性涌水。其突水征兆在井巷中较为明显；在采掘空间薄弱带则不甚明显。

对矿井中可能发生的突水位置、水量、危害程度，可以应用下述预测方法进行水灾预测：

1. 资料分析和估算法，即根据矿井充水因素、构造控水、突水征兆、水文物探测试、水文地质钻探中对水压、水量、导升高度的测量等实际资料的综合分析、作图、估算结果，进行突水预测。

2. 通过实际突水资料，对引起突水的诸因素进行整理、分析、筛选、计算，将各种突水因素进行数学处理、验算，得出某个矿区的突水判别式。以后可以把即将采掘的区域的突水因素数值代入判别式进行突水点或突水量的预测和判别。

3. 底板突水作图法，先统计实际突水资料，选择两个最主要的因素，即底板水压和隔水底板岩层厚度，进行作图，预测矿区的开采深度的突水上限。

矿井突水的征兆有：底板发潮、变形或底鼓；围岩裂隙渗水，渗水量不断加大，且水压日益增加，裂隙变多增大；采掘前方围岩变湿，且出现滴水；井巷气温变冷或变热；探水钻孔中水流稳中加大；地下水位突然下降。

kuangjing dimian fangshui

【矿井地面防水】 指防止矿区地表水灾的措施。

1. 修筑防洪沟

(1)防洪沟的位置

防洪沟的位置选择是矿井地面防水工程成败的关键。防洪沟的选地原则应是：

1)尽量不改变自然流。

2)尽量利用天然的或人工的已有的沟渠和地形。

3)防洪沟渠的曲率半径不应小于沟宽的 5 ~ 10 倍。

4)要布置在矿区或井田范围以外。

5)防洪沟要避开与矿井充水有关的含水层露头区、断层破碎带、岩溶发育区。如必须穿越上述地带时，防洪沟应作防渗处理。

6)防洪沟线路应选择工程地质条件较好，没有山崩、滑坡危险的边坡岩层较坚实的地带。

7)集洪范围应能最大限度地汇集流入矿区内的洪水。

(2)防洪沟的断面和坡度、边坡

防洪沟断面大小应以雨季时能迅速排出汇流最大山洪为准。这必须了解矿区历年最大洪水量，计算出最大设计流量，求出最优断面。

防洪沟的坡度应与地形坡度大体一致。在地形过陡的地段，为防止流速过大引起冲刷，可设置跌水设施。

防洪沟的边坡，要根据设计线路通过地段的工程地质条件以及护砌情况确定。

2. 封堵陷坑，排出积水

矿石采出之后地下形成采空区，上覆围岩失去支撑，顶板产生移动、变形、破裂以致大面积冒落。随着开采范围的扩大，岩层移动下沉可以扩展到地表，形成下陷盆地、塌陷坑及裂缝。这些都是由于大气降水和地表水系灌井通道引起的。

(1)封堵陷坑、裂缝的方法：

1)将洪水引出塌陷裂缝区

在设置防洪沟不让洪水进入塌陷裂缝区之内，要将塌陷区内降水及时引流出区。为此，可在塌陷裂缝区的外围开挖截水沟渠，在塌陷区内开顺水沟，将降水

集中到不致渗漏于井下的地段，然后引出矿区。

2）充填塌陷坑和裂缝

用土、石充填陷坑的方法是，下部先充填石块、废石、矸石，上部覆盖泥土、黏土，并分层夯实，使之高出地面0.5～1 m。

3）围截隔离塌陷裂缝区

当无法回填洪泛区内的塌陷群时，可用土堤将其围截隔离，以防洪水漫灌。

（2）排出地表积水

大气降水在矿区地表洼地聚积，形成地表水体。这种积水遇到矿区表土层薄、透水性强、浅部灰岩岩溶发育时会形成矿井充水的水源，应尽快排出。地表积水的排出，必须根据矿区的具体情况，选择切实可靠的排出方法。

1）如条件允许，应优先采用自流排水。即从积水区开排水沟，将水引到矿区范围之外。在开挖排水沟前，要事前进行现场勘查，选择排水沟线路、坡度，然后通过水力计算确定断面形状和尺寸。

2）建立泵站，机械排水。不具备自流排水条件者，必须建立泵站将积水排出。

泵站有临时泵站与永久性泵站两种。临时性泵站在雨季建立，用后拆除；永久性泵站，建立之后长期使用。泵站的排水能力、排水量和排水时间、地形条件、设备利用率等是综合考虑建何种泵站的依据。

排除积水必须防止回灌和倒渗现象。因此，要尽可能将排除之水送到远离积水区或远离其他可能渗入井下的地点，沿途沟渠要采取防渗措施。

若是积水范围不大，积水不深，而且附近取材又方便的情况，在排出积水后，可用黏土将洼地填平、夯实，以防再次积水。

3. 河床铺底或改道

（1）河床铺底

当河流、沟渠等地表水系流经矿区断层破碎带或石灰岩含水层露头带时，河水可能会沿河床或沟渠底部漏失，渗入井下，成为矿井充水的水源。

在不适宜改道的情况下，可在河床、沟渠底部的漏失地段，用防漏防渗材料，如黏土、料石或水泥等铺设河底，修建不渗水的人工河床，以制止河水向井下渗漏。

修建人工河床应注意的问题是：

1）要进行水力计算，确定新河床断面，但比原河床断面不应缩小太多。

2）就地取材，修建防漏、防渗层，还应满足防侵蚀、防冲刷的要求。

3）对砂、卵石河床，因其易于变形，故不能用刚性材料砌筑。

4）在基岩上浇筑混凝土时，要注意清基。

5）在北方矿区，要注意防冻。

6）对岸坡有漏水的河床，岸坡应和床底同时进行同样的衬砌。

（2）河流改道

流经矿区的河道，如其下方有岩溶含水层，河底裂隙多，不适宜修人工河床时，应考虑将河流改道，即用人工河道将河水引出矿区之外。

1）改道路线。新河道线路距离要求最短；新河道要避免走上坡，尽可能避开不稳定土层或渗漏严重的地层；新水道路线要综合考虑井田防治水、矿区远景规划、农业及环境等因素。

2）新河道起止点的选择。起止点应顺势诱逼河水流入新河道；起止点要选在不易被冲刷的稳定地段；新河道的终点与原河道相接处的交角不宜过大，以免对河岸冲刷；新河道起点，即原河道的上游，应设置拦河坝将水流导人新河；拦河坝与新河起点之间应保留一段距离，以免拦河坝被洪水冲溃。

3）旧河道必须进行处理。为防止旧河道给开采造成隐患，必须先将旧河道积水排出，再用黏土和矸石填平，将废旧河道改成良田，既可防雨水积聚，又可增产利民。必要时要清除淤泥沉积物。

4）局部去弯取直，减少河水流经矿区的途径；用人工引流将矿区河水引到下方矿外河中。这两个办法可不必全部改道，只进行部分调整。

4. 填堵老窑井口

中国采矿历史悠久，一些老矿区均有老窑，古坑密布，而且老窑多分布在露头附近或洼处，造成雨水汇积。老窑年深水大，对深部矿区存在潜能位压，一旦突水则压高量大，伤亡惨重。

封闭这些老窑井口应先行调查、绘图，事后做出标记。大井口可用水泥盖封闭，再用黄土堆满盖上；浅而小的旧坑老窑井口可直接就近取土填塞；对靠近河沟的井口，应加盖1 m厚的灰土，并使井口高出地面1 m以上。

处于农田内的井筒，在填实后还应在距地表以下2 m处打厚度不小于1 m的三七灰土，然后再覆以耕土，这样，既可防止渗漏雨水，又可便于耕种。

位于山坡上的古窑井口，可用片石砌一高度不小于1 m的圆形挡水墙，拦截雨水灌人。

除古窑旧坑外，矿区对近年乡镇、个体开的小煤窑或民窿金属矿的废弃坑道、井口，亦应同样关注。

kuangjing jingxia fangzhishui

【矿井井下防治水】 指防治井下突然涌水的措施。

为防止矿山井下发生突然透水灾害，各类矿山可结合采掘特点和具体情况，采取查、探、堵、放四个方面的防治水措施。即查明水源、超前钻孔探水、隔绝水路

堵挡水源、放水疏干。

1. 查明水源

(1)查明矿井水源应掌握的信息

1)冲积层的厚度、组成,各分层的含水、透水性能。

2)断层的位置、错动的距离、延伸长度、含水导水性质、破碎带的范围。

3)矿井含水层、隔水层的数量、厚度、含水性能及距开采层的距离。

4)旧井老空区的开采时间、深度、范围、积水区域及其分布状况,老空区与现采区的水力联系,旧井口及各空区的标高、界境及矿柱情况。

5)观测现采区顶板破坏情况及地表陷落情况,观测矿井涌水量的变化,进而判断透水灾害的可能性。

6)收集地面大气降水量的历史和现状资料,调查地面水系的水文地质情况,查明地表水体分布范围和水量。

7)通过对探水钻孔和水文观测孔中的水压、水位、水量等的变化的观测,查明矿井水的来源,矿井水与地下水和地表面的补给关系。

(2)研究矿区地下水化学成分,探查老窑水

1)矿井的老窑水具有较高的硬度、矿化度和钙、镁等盐类。

2)地下老窑存水,在强烈的还原条件下,硫酸盐可以大部分转化成硫化氢(H_2S),在探查老窑水中,H_2S是值得注意的指标。

3)处于停滞状态的地下水,经常会出现亚铁离子(Fe^+),所以亚铁离子是老窑水的另一特征。亚锰离子(Mn^+)也是探水的指示元素。

4)因为地下水中氡含量的变化与岩溶裂隙的发育程度有关,富水性强、水量大的含水层中,氡(Rn^{222})的含量相对较低。

(3)利用钻孔测温确定含水段、岩溶发育程度,含水层的补给关系及判断断层的导水性

1)石灰岩富水时,其含水段的热导率大为提高。

2)地下水达到最大循环深度时,水温也达到最高值。地下水上升途中,水温高于岩温,进入排泄区则具有高温度、高梯度、高热流的特点。

3)突然涌水的出水点水温偏低。

如在断层两侧各打观测钻孔,在同一水平测点的两孔温度较大时,说明两孔之间及其附近区间内的含水层没有水力联系。用测孔温差可判断这一断层导水性差。

(4)利用钻孔电磁波透视法探查溶洞积水

该法是新发展起来的勘探石灰岩地区岩溶水源的科学手段。在一个钻孔中放入高频电磁发射机,向高阻的石灰岩层中辐射电磁波,在传播的路径上若遇有溶洞或破碎带,即产生反射或衰减等现象;在另一钻孔中放入接收机,它将收到穿透过岩溶溶洞及其边缘的散射信号,形成了溶洞的阴影。通过阴影的位置、大小可以判断出溶洞的位置、大小和形状。

2. 超前钻孔探水

为深入探明矿山水文情况,确切掌握可能造成水灾的水源位置和距离,在采掘工作之前必须超前钻孔探水。有疑必探,先探后掘。

(1)掘进工作面遇到下列情况必须探水前进

1)接近溶洞、含水断层、含水丰富的含水层(包括流沙层、冲积层、风化带等)时。

2)接近可能与河流、湖泊、蓄水池、含水层或大量积水区相通的断层时。

3)接近被淹井巷或有积水的小窑、老空区时。

4)打开隔离煤柱放水时。

5)在灌过泥浆的已熄灭火区下部进行采掘时。

6)上层有积水,在下层进行采掘工作的层间垂直距离小于回采工作面采高的40倍或小于掘进巷道高度的10倍时。

7)采掘工作面发现疑似出水征兆时。

(2)探水的起点——离可疑水源的安全距离

由于积水范围不可能掌握得十分准确,所以从探水的起点至可疑水源必须留出适当的安全距离。

探水区的起点应根据水文资料的可靠程度与积水区的水头压力、积水量大小、迎头岩层的厚度和硬度以及抗拉强度等因素来决定。根据我国煤矿的经验,必须在离可疑水源75~150 m以外开始打探孔钻,有时在200 m以外就开始打钻探水。

(3)在探水地点开始探水前应进行以下各项安全准备工作

1)加强靠近探水工作面的支护,以防高压积水冲垮岩壁及支架。

2)检查排水系统,应根据预计出水量确定是否加开排水泵,清理水沟、水仓使其畅通及缓冲泄水作用。

3)探水工作面要经常检查瓦斯、硫化氢等有毒有害气体。当CH_4含量大于1%时必须停止钻机,CH_4含量达1.5%时,必须停止工作。应设法改善通风,使其降到1%以下时,方可开动钻机。

4)水压较大的探水孔要设套管,加装水阀控制放水量。

5)探水工作地点要安装电话,可及时与调度站和中央水泵房联系。

6)制定、检查安全撤退路线及安全出口。

(4)探水钻孔的深度、孔径及布置

1)钻孔深度与超前距离

一般钻孔探水是先探后掘,当钻孔钻进一定深度后未发现可疑突水征兆,方可开始掘进巷道,且钻孔深度对巷道掘进距离应始终保持一段超前距离,以确保

掘进工作的安全。

钻孔的超前距离一般不得小于20 m，以使工作面前方经常保持不小于20 m的保护矿柱。金属矿岩层中的探水钻孔则需超前5 ~ 10 m。钻孔深度应是掘进距离与超前距离之和，一般为40 m左右。即每打一次钻孔可连续掘进20 ~ 30 m。

2）钻孔直径和孔数

探水钻孔探到积水区以后，即利用探水钻孔执行放水钻孔的任务。因此钻孔直径的大小既要使水顺利流出，又要防止钻孔径大压高而冲垮岩壁，一般探水钻孔直径以不大于75 mm为宜。

钻孔数目以工作面前方的中心与上下左右都能起到探水作用为准，故最少应在 3 个以上。

3）探水钻孔的布置

钻孔布置是否合理，对保障矿井与施工人员安全，节约钻探工程量，提高掘进速度等均有重要影响。布置钻孔时应针对积水资料的可靠程度、积水区周围的地质构造，掘进巷道所在位置与积水区相对关系以及积水压力大小、岩层硬度和厚度等条件具体确定。

一般而言，矿体厚或含水层厚时钻孔应多些；有断层时，钻孔应增加倾向断层方向的个数；探老窑区的钻孔应加密、加深。

3. 修筑水闸门和水闸墙及注浆堵水

水闸门由墙体、闸门、管路、仪表组成。在选定的闸址按设计开挖闸巢。水闸门实际上是带门的水闸墙。

水闸门有不同类型。按门硐数分单门硐和双门硐两种；按流水方式可分为不设流水管装置、设流水管并带闸阀、设水沟带水沟闸门的；按闸门外形分为矩形、圆形；按止水方式分为橡皮止水、铅锌合金止水等等。

建水闸门并非就万无一失，还需使用得当，进行良好的维护才能确保安全。

水闸门构筑中应注意的问题：

(1)确定水闸门位置时，必须注意该处的工程地质及水文地质条件，应避开断层破碎带、岩溶发育带、裂隙带，建在岩石坚硬、稳定不渗水的岩层中。同时还要考虑遭受水灾后能有恢复生产或绕过事故区，开拓新区的可能。

(2)施工前应进行周密的设计。所用水泥等原材料一定要合乎标准，严禁使用失效水泥，砂石要洁净，水质要好，配比要严格。浇注后要进行适时养护，并进行压力试验。

(3)水闸门必须精心设计，技术人员亲临现场指挥，精密施工，保证围岩灌浆质量，使门扇与门框紧密接触。

(4)闸门之下所设的短节易卸拆的道轨应保证遇事能快速卸除。水闸门建成后应定时做开启试验，并进行保养维护。

(5)通过水闸门的水沟，应与有阀门的水管相通，管口加铁箅子，并留设观测管孔。

水闸墙是井下用来封闭局部水患区和危险隐患区的有效措施。一般用来封闭充水工作面或采矿场、出水的掘进头、老空区、与地表水体相连的巷道、小窑充水水体以及断层水等。

水闸墙筑前需按设计开挖足够尺寸的闸墙沟巢，墙基可筑成混凝土凸缘基座，也可采用锚杆基座。在墙体的一定部位装有管线和仪表。压力表、测压管是必不可少的；有的墙体还设有检查孔道，在孔道上装有严密的孔盖。墙体还必须设有带高压阀门的放水管。

水闸墙按墙面形式分为弧形水闸墙和平面水闸墙两种。还有抗高压的多段水闸墙。

水闸墙首要的作用是密闭隔水，所以，水闸墙的强度应大于建墙地点最高水头压力。因此，墙体应有一定的厚度和质量。

水闸墙在构筑中必须注意下列安全要求：

1）应选在围岩坚硬完整，断层裂隙少，不受干扰而稳固的地方构筑水闸墙。建墙的巷道，应选在断面小、两帮坚固的部位。

2）水闸墙的壁后必须注浆加固。

3）为封死水源，彻底消除水患，应实行墙内全面注浆。

4）墙体必须坚牢，整个封堵环节不可出现溃决绕流等薄弱地带，以免造成工程失效。

5）为避免围岩产生裂缝，水闸墙建造过程的凿槽工作绝对不允许使用炸药，只能用风镐或手镐开凿。

6）为防止水闸墙因受硫酸钙、碳酸钙、氧化钙反应的影响而遭到损坏，可用铝钙水泥构筑闸墙的前半部分（厚2 m左右）。

水闸墙应有足够的厚度，以确保当最大水压突然冲击时的安全支撑。

平面形水闸墙在单方向承压的条件下，在其反面可能产生拉力，所以平面水闸墙的厚度一般不应小于巷道宽度的一半。

注浆堵水，是将制成的水泥浆液通过管道压入地层裂隙，经凝结、硬化后起到隔绝水源的目的。

注浆堵水的工艺、设备均较简单，效果好，成为国内外矿山、铁路涵洞、水工建筑等方面防治地下水害的有效方法。

注浆堵水，一般在下列条件下应用：

1）当老窑水或被淹井巷水与强大水源的水力联系密切，单纯排水已不可能或不经济时。

2）在建井过程中，当井筒或巷道必须穿过含水丰富的含水层或充水断层时，如不先堵住水源，就不能掘进，无法进行矿井建设。

3）当井筒的工作面淋水严重，井壁失稳水大，为了加固井壁，改善劳动条件，减少排水费用，可以采用注浆堵水措施。

4）某些涌水量特大的矿井，为了减少矿井涌水量，降低无法承担的常年排水费用，亦可采用注浆的办法以堵住水源。

4. 放水疏干

对水文地质复杂的大水矿床，按照开采设计的要求，分期、分段预先疏干地下水，或放水已知的老空积水，以防突然涌水而淹没矿井。疏干方式有地表疏干、地下疏干及联合疏干等三种。

地表疏干 在地面布置成排的抽水井，内装潜水泵或深井泵抽水。井径一般为 300 ~ 500 mm，潜水泵扬程为 300 ~ 400 m，排水量 600 ~ 700 m^3/h。井位、井距和井数要根据井的集水能力、设备性能、允许残余水头和季节性水位变化等因素确定。

地下疏干 在隔水层布置疏干巷道和疏干洞室，向强含水层、断裂带、溶洞群、地下河、采空区积水等处打放水钻孔，放出地下水。放水钻孔有水平或倾斜的丛状孔，放水孔均装有能控制放水量的孔口管和阀门。

联合疏干 当含水层深度大、透水性上强下弱，宜在上部采用地表疏干，下部用地下疏干。

kuangshan huozai

【矿山火灾】 凡是发生在矿山企业范围内的火灾，均称为矿山火灾。矿山火灾分为地面火灾和矿内火灾两种。

矿山地面火灾，系指发生于矿区工业广场内厂房、仓库、选矿厂以及其他地面建筑内的火灾。

矿内火灾则指发生在井下巷道、工作面、采矿场、采空区等地点的火灾。井口附近的地面火灾所产生的火焰或有毒有害气体随同风流进人井下而威胁到矿井生产和工人安全，故亦称矿内火灾。

矿山火灾，按其引火原因、火源性质不同分为外因火灾或外源火灾；内因火灾或自燃发火（自燃）。

火灾是一种非控制性燃烧。矿山火灾发生原因，无论外因或内因，引起火灾的基本要素有三：

热源 具有一定温度和足够热量的热源是引起火灾之源，即火源。矿山的火源有矿物或煤自热自燃、爆破工作使用的火药、瓦斯煤尘爆炸、机械摩擦、电流短路、变压器电火引燃变压用油、井下吸烟、井架和井下电焊以及其他明火等。

可燃物 煤矿矿井中的煤或金属矿山中的硫化矿物，它们本身既是产品，又是一个量大而普遍存在的可燃物。矿山支护用的坑木、运输皮带、机电设备、各种油料、炸药等都具有可燃性。可燃物是发生火灾的基础。

空气 火灾是失控的燃烧；燃烧是急剧的氧化。任何可燃物尽管有热源点燃，如缺乏空气中足够的氧气，燃烧是不能维持的。所以，空气的供给是维持燃烧不可缺少的条件。据实验，在氧浓度为 3% 的空气环境里燃烧不能维持；空气中氧浓度在 12% 以下，瓦斯失去爆炸性；氧浓度低于 14%，蜡烛就要熄灭。所以矿山火灾三要素中的空气是指含有足够氧气的矿内大气，而不是指密闭区内贫氧的空气。

据引火热源不同、可燃物各异、气象条件有别，矿内火灾与发生在地面的工、民建筑物火灾在预防和扑灭方法上是不完全一样的。

矿内火灾与地面火灾的不同之处在于：

1. 矿内火灾是在有限空间的井巷中发生的，火陷随巷道内空气流动向各处蔓延，火灾后产生的大量有毒气体，尤其是一氧化碳（CO）不易像地表那样扩散冲淡，使井下人员中毒窒息的危险十分严重，所以井下火灾死伤惨重。

2. 井下空间狭窄，灭火困难，大型强力灭火器械难于通行，不易发生作用。

3. 矿内空间小，氧气不充沛，煤和硫化矿自燃过程缓慢，烟雾和火焰较小，但产生的有毒气体，特别是一氧化碳的含量极高，致死危险性极大。

4. 内因火灾征兆不明显，开始仅以井下空气的温度和湿度缓慢增加而显现，自热到自燃的过程较长，尤其在矿柱、煤柱或采空区残煤的自燃，难于及时发现。

5. 煤矿和硫化金属矿的火灾常是瓦斯矿尘爆炸的火源，瓦斯煤尘爆炸及硫化矿尘爆炸与井下火灾相互演变，相互助长灾害的扩大。

对煤矿而言，自燃发火占火灾总次数的比例极大；而外因火灾所占死亡人数比例最多。

全国统配和重点煤矿中有自燃发火危险的矿井占 48%。煤自燃多发生于采空区内部。

我国硫化矿的矿内火灾中，70% 是属于自燃，而在一般金属矿中，矿内火灾绝大部分是外源火灾，即因支架、电气设备等明火而引起的火灾。

据统计，重大恶性火灾事故，死伤惨重的，有 95% 是由外源火灾所引起，且死难者多为一氧化碳中毒窒息而死。

kuangshan waiyin huozai

【矿山外因火灾】 指明火、电火等外部热源引起的矿山火灾。

煤矿外因火灾的预防

根据《煤矿安全规程》有关规定，煤矿防止外因火灾应采取以下措施：

1. 禁止明火

（1）井口房、扇风机房附近20 m内禁止烟火，不准用火炉取暖。

（2）严禁携带烟草、火柴、打火机及其他引火物下

井，井下严禁吸烟。

(3)井口房和井下不准使用电焊、气焊或用喷灯焊接；如果必须在井下进行焊接作业时，必须制订安全措施，报矿长或总工程师批准后才准进行，而且要求事先迁移和清除附近的易燃物品，备足消防用水、砂子、灭火器等，并随时检查瓦斯和煤尘浓度。

2. 控制可燃物

(1)井下硐室内不准存放汽油、煤油或变压器用油。井下使用的润滑油、棉纱和布头等必须集中存放于铁筒内，定期送到地面处理。

(2)井下禁止使用黑色炸药，只准使用硝铵类的矿用安全炸药和安全被筒炸药。因为黑色炸药爆炸后火焰存在的时间长，有引燃引爆瓦斯的危险。井下不准放糊炮。禁止用煤粉、炮药纸等易燃物代替炮泥。

(3)皮带运输机附近要经常清理，扫净落地残煤，捡出木片、木块及炮药纸等易燃物；尽量采用耐火的不燃性皮带。

3. 预防电气引火

(1)正确选用易熔断丝(片)，不准用其他金属丝代替规格保险丝；正确使用漏电继电器，以便电流短路、过负荷、接地时能及时切断电流。

(2)有瓦斯与煤尘爆炸危险的矿井应正确使用防爆型电气设备。

(3)电缆接头不准有："鸡爪子""羊尾巴"。

4. 预防摩擦起火

经常维修皮带机托滚、换向器；井下机械运转部分要加强保养维护，及时加注润滑油，经常保持良好运行状态。预防静电。

金属矿外因火灾的预防

《冶金矿山安全规程》《有色金属矿山防止外因火灾暂行规定》都规定了非煤矿山井下防火的措施。

1. 禁止使用明火

(1)严禁在井下安设炉灶，明火取暖，或有意燃烧木材及其他可燃性材料。

(2)井下放置炸药、柴油及其他易燃品的地点严禁抽烟和明火。

(3)井下密集木支柱地点、木结构的竖井、斜井、硐室或其他有易燃品的地点，使用明火或必须进行焊接作业时，必须经矿总工程师和安全部门批准后，方可按规定进行作业。作业中要有灭火及防止焊渣火星飞溅的可靠措施，作业结束时要仔细检查现场，严防留下火种。

(4)在一般地点进行焊割作业时，乙炔发生器与焊割地点之间的距离不得小于10 m，并设专人看守，防止过往人员的灯火引燃乙炔气。

(5)井下存放炸药和易燃品的上方及附近严禁悬挂或放置电石灯。

2. 防止电气和电热起火

(1)井下各作业场所的动力线路开关、电气设备必须正规安设，严禁超负荷。

(2)电气设备的开关熔断器只允许使用符合安全规定的熔断丝(片)，严禁使用其他金属丝(片)。

(3)井下严禁使用电炉、灯泡取暖。

(4)为防止仪器设备受空气湿度的影响，个别地点需要用电热干燥空气时，应经矿总工程师批准，按规定适当安设电热设备，并注意安全防火。

(5)各作业场所的照明动力线路，必须正规架设，经常保持其绝缘良好，在电线或电缆接头附近禁止存放炸药或其他易燃品。

(6)井下任何地点的工具箱、更衣箱内禁止装置电灯或其他电热设备。

(7)禁止采用灯泡加热器、阻抗器或用电炉烘烤爆破器材、衣服及其他易燃材料。

(8)电灯泡和电线接头的裸露部分、电器设备的发热部分，禁止与木材、油毡纸和其他易燃品接触。

3. 防止炸药及油类失火

(1)井下使用的炸药、柴油、机油等易燃物品必须存放在固定的硐室或发放站内，储存量不得超过三昼夜的用量。存放易燃物料的地点必须有灭火器材并符合安全规程的要求。

(2)用电机车运送爆破器材和油类必须使用专用车。车上覆盖苫布。运料车与电机车头之间应加挂一节车厢，以避免集电弓与电车架线接触时产生的火花引燃易燃材料。

(3)井下临时存放易燃材料的时间不许超过8 h。凡井口、主要运输巷道、作业集中地点、电车架线及电灯泡下边电力线路的接头及开关附近，禁止临时存放易燃材料。

(4)运送油类、炸药时禁止吸烟和点电石灯。每台柴油机车必须随车配置一定数量的灭火器。

(5)井下维修车辆及柴油机设备地点、储存油类的地点，均应及时清除地沟中和地面上的废油。沾上油类的破布棉纱应及时运出坑外，严禁在井下存放。

(6)井下禁止采用喷灯或明火加热内燃设备。

kuangshan ziran huozai

【矿山自燃火灾】 矿山自燃火灾主要是煤矿中的煤炭，金属矿中的硫化矿物，在一定的条件和环境下自身发生物理化学变化，聚积热量，在自身内部形成热源导致着火而形成的火灾。

煤层自燃火灾是指在有自燃倾向的煤层内，在适宜的供氧储热条件下而氧化发热、升温，当温度超过其着火点时而发生的燃烧现象。

有自燃倾向的硫化矿物，如铁、铜、铅、锌、镍等金属硫化矿物，在开采及破碎后，在适宜的供氧储热条件

下而氧化发热、升温，当温度超过其着火点时而发生的燃烧，称为硫化矿物自燃。

无论煤或硫化矿物，自燃火灾的形成必须具备三个基本条件：具有低温氧化特性即自燃倾向的煤、硫化矿呈破裂状态堆积存在；透空气供氧维持煤、硫化矿的氧化过程不间断地发展；在氧化过程中生成的氧化热量大量蓄积，难以及时放散。

不同金属的硫化矿石的氧化能力有差异。同种金属硫化矿石因矿物晶体不同，其氧化能力也不同。硫化矿氧化速度从高到低从快到慢的排列顺序为：胶状黄铁矿、海绵状的黄铁矿、磁黄铁矿、白铁矿、块状黄铁矿。

1. 决定煤自燃倾向性的因素

(1)煤的炭化变质程度。煤的炭化程序越高，其自燃倾向性越小；褐煤矿井自燃发火次数低于烟煤矿井；烟煤矿井中长焰煤和气煤自燃危险性大，而贫煤则较小。

(2)煤中水分。一定含量的水分有利于煤的自燃，而湿度过大，则会抑制煤的自燃。

(3)煤岩成分。煤岩成分中，含丝煤越多，自燃倾向越大，因为具有纤维构造而表面吸附能力又高的丝煤在常温下吸氧能力特别强。

(4)煤中含硫量。我国许多含硫量高的煤田（如贵州的六枝、四川的芙蓉和中梁山、江西的萍乡和英岗岭、湖南的杨梅山、宁夏的石炭井）均属自燃灾害严重的矿区。

在同牌号煤中，含硫化物越多，越易自燃。因为煤中所含黄铁矿在低温氧化时生成硫酸铁和硫酸亚铁，使煤体膨胀而变松软，增大了氧化表面积；黄铁矿氧化热也促进煤的自燃。

(5)煤的粒度、孔隙度、瓦斯含量及导热能力也是影响自燃倾向的因素。

2. 影响煤自燃的地质、采矿因素

(1)煤层厚度。据统计，80%的自燃火灾是发生在原煤层开采中。国内，据鹤岗矿区统计，86.6%的自燃火灾发生在5 m以上的厚煤层中。国外，在德国鲁尔矿区，80%的产量来自薄及中厚煤层(2 m以下)，但2 m以上厚度的煤层自燃次数占总数的一半。前苏联库兹涅茨矿区2/3以上的自燃火灾发生在5 m以上的厚煤层。

厚煤层容易发火的原因，一是难于全部采出，遗留大量浮煤和残柱；二是采区回采时间过长，大大超过煤层的自燃发火期。

(2)煤层倾角。煤层倾斜越大，自燃危险性越大，急倾斜煤层发火次数多。

(3)地质构造。在断层、褶曲、破碎带、岩浆入侵地区，其自燃火灾频繁。这是因为煤体碎裂吸氧条件好，氧化性能高所致。

(4)开拓采矿条件。用石门、岩石大巷开拓，切割煤层较少，煤柱也留得少，自燃发火的危险性小；使用回收率高的采煤方法，采空区残煤少，也不易发火。

回采速度慢，拖的时间长，地压增大、氧化面积大，时间长于自燃发火期，很容易产生自燃火灾。

(5)通风条件。漏风大不仅有效风量低，而且向采空区、煤柱区渗漏供氧，促进了煤的自燃发火。所以降低进出风的压差，严密堵塞无益风路是防止自燃火灾的重要措施之一。

风门、风墙、风桥、反风装置等通风构筑物的质量及构筑地点的巷道有无因地压形成的裂隙是造成漏风的重要因素。

3. 煤层自燃发火期

它是自燃危险程度在时间上长短的量度，自燃发火期越短的煤层，自燃发火危险程度越大。煤层自燃发火期是指开采过程中暴露的煤炭，从接触空气到发生自燃的一段时间，一般以月为单位。

各矿每一煤层的所有回采工作面和巷道，都应进行自燃发火期的统计，确定煤层的最短发火期。

4. 煤自燃的征兆

(1)煤炭自热的初期阶段的征兆有：煤温有所升高，但在临界温度60～80 ℃以下；出现CO_2、CO气体；空气中氧浓度降低；相对湿度增大。

(2)煤炭自热的后期阶段的征兆有：火源点附近的空气湿度增大，出现雾气，煤壁挂水珠，类似"出汗"现象。

出现煤炭氧化和干馏的产物，如一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、乙烷(C_2H_6)、乙烯(C_2H_4)、丙烯(C_3H_6)、乙炔(C_2H_2)以及苯(C_6H_6)、萘($C_{10}H_8$)等。

煤温、水温、气温都有所升高。流出的水酸性增大。

芳香族的碳氢化合物气味（煤油味）是井下自燃最可靠的征兆。

日本采用检定管用比色法检查乙烯(C_2H_4)，作为早期预报自燃的指标。

(3)测定空气成分、气温、岩温用以预报自燃。煤自热到自燃的激烈氧化过程中，火区附近的空气成分会发生变化：氧的浓度降低，二氧化碳含量增加，并先后出现一氧化碳及碳氢化合物。

围岩温度的变化要在一定深度的钻孔中测定；空气温度可用普通温度计和最高温度计测定。空气湿度用干湿球温度计求算。

5. 硫化矿自燃

组成硫化矿石的各种化合物，由于氧化或水解作用不断进行，产生大量热量，在有利蓄积的条件下，使温度达到硫化矿的燃点而自燃。例如黄铁矿在井下空

气和水的作用下发生的氧化反应式为：

$$2FeS_2 + 7O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2FeSO_4 + 2H_2SO_4 + 2\ 583J \text{ 热量}$$

这一热量可使0.6 m^3的水的温度升高10 ℃。

影响硫化矿氧化自燃的因素主要有：

(1)矿石的物理化学性质

包括含硫量、惰性物质含量、矿石水分、破碎性及金属的不同化学电位。

一般矿石中含硫量超过12%，认为有自燃发火的可能。矿石含硫量越高，氧化倾向及放热能力就越强；矿石中可燃性成分越多，自燃发火危险性越大。

硫化矿石中含惰性矿物越多，则越能起到抑制自燃的作用。

矿石的含湿量大，对自燃的催化作用加快，湿矿石的氧化速度快于干矿石。

硫化矿石中所含金属矿物不同而引起不同的化学电位差，电位差越大，氧化作用速度越强，自燃倾向也越大。例如闪锌矿和白铁矿组成的硫化矿石的电位差比单纯闪锌矿的大，前者的氧化能力比后者大13倍。

(2)矿床地质条件

硫化矿床发生自燃次数与其层厚成正比。因为厚矿体损失贫化大，采空区封闭困难，为矿石氧化提供了条件。

矿体倾角越大，自燃火灾的危险性也越大。断层、褶曲、压碎带、矿柱区等氧化自燃速度快。

顶底板岩石如导热性好(如花岗岩、细致砂岩)，热量容易散失，不易自燃；若顶底板岩石导热性较差，则热量不易散失，积蓄热量达到燃点而自燃。

(3)采矿技术条件

这一条件指遗留在采空区的矿石、木料多少及其分布情况，开采后岩石周围错动情况或冒落，隔绝采空区的严密程度和向采空区漏风等。如果采空区留有大量碎矿和废支架，由于酸性水的分解而使硫化矿石的燃点降低，分解过程所放出的热量又促进了矿石氧化的进程。密闭不严、漏风会加速矿石氧化，加快自燃。

6. 防自燃的开采技术措施

(1)选择合理的开拓方式和采矿方法

优先采用石门、岩石大巷的脉外开拓方式，以减少矿层或煤层的切割量，便于少留矿柱(煤柱)，易于及时封闭和隔离采空区。

煤矿还宜采用岩石上山，区段巷道重叠布置，区段巷道分采分掘布置的开拓方式。

(2)坚持先上层后下层，自上而下的开采顺序和由井田边界向中央后退式回采方式。

选用回采率高、回采速度快、不留矿(煤)柱、采空区容易封闭的采矿、采煤方法。

(3)合理布置采区。矿山可根据矿石或煤的自燃发火期的长短和回采速度来决定采区尺寸。必须保证在矿体(煤体)自燃发火期到来之前回采完毕并及时封闭采区。

(4)提高回收率，降低矿石、煤炭损失，减少采区残矿残煤，提高回采程度，清扫工作面浮煤，及时充填采空区。

7. 通风防火措施。有自燃危险的矿井，以风控火，应采取如下措施：

(1)实行机械通风，建立稳定可靠的通风系统，加强通风管理。

(2)采用分区通风，避免串联，及时调节风流，控制和隔绝火区，缩小火区范围。

(3)最大限度地降低风压、减少漏风，及时安设调节风门、风窗、密闭墙等通风构筑物，并正确选择安设地点，保证施工质量。

(4)加强通风系统的测定和管理，特别注意有自燃危险区域的风量、风压、风向、漏风状况、空气中瓦斯浓度、一氧化碳含量的测定。

(5)均压通风。调节风门均压，减少并联网路漏风，即在工作面回风巷道里安装调节风门，降低工作面压差，减少风量。

改变工作面通风系统进行均压，即由上、下巷道进风，中间回风道回风的"W"形通风，这样由于工作面压差减少。采空区内自燃带范围压缩，窒息带随工作面的推进而前移，控制了浮煤的自燃。

对有可能发生煤自燃而已封闭的区域，使用封闭区均压措施，可防止火灾的发生和复燃。具体方法是并联支路与调节风门均压；局扇与调节风门均压；主扇与调节风门均压，连通管均压以及改造通风系统均压等。

8. 预防性灌浆

(1)采前预灌

对特厚煤层或因老空区过多而极易自燃的煤田最好采用采前预先灌浆。

(2)随采随灌

随着工作面的推进，可同时向采空区灌浆，以防止遗煤自燃和胶结冒落的矸石，形成再生顶板，为下分层开采创造安全防火条件。

随采随灌可用埋管灌浆、插管灌浆、洒浆等方法。

(3)采后灌浆

开采自燃不十分严重的厚煤层时，可在上分层工作面采完后，封闭停采线的上下出口，然后在上出口的密闭内插管大量灌浆，以充填易自燃的空区。

9. 阻火剂防火

阻火剂可采用无机盐化合物如氯化钙($CaCl_2$)、氯化镁($MgCl_2$)、氯化铵(NH_4Cl)、氯化钠($NaCl$)、三氯化铝($AlCl_3$)以及水玻璃等溶液。

kuangshan jiuhudui

【矿山救护队】 矿山救护队是处理和抢救矿井火灾、矿山水灾、瓦斯与煤尘爆炸、瓦斯突出与喷出、火药爆破炮烟中毒等矿山灾害的职业性、技术性、军事化的专业队伍。

矿山救护队的职业性在于经常处于战备状态，时刻保持高度警惕，严格管理，严格训练，常备不懈，平时下井熟悉巷道路线，检查消除隐患，并有不少于6人的当值小队执行昼夜值班，一经接到事故通知警报后，要在1 min内登车出动，专业服装及仪器装备均在车上。行进途中，队员在车内着装佩械，下车后可立即奔赴灾变现场。

矿山救护队的技术性在于每个矿山救护队指战员必须熟悉矿井采掘、通风、机电各专业知识；熟练掌握急救、抢险、救人灭灾的技术业务知识；了解救护技术装备的性能、构造、维修、保养，并能熟练操作，排除故障；掌握各种救灾工艺技术，能在窒息区抢救时得心应手。

所谓军事化是指矿山救护队实行军事化管理，开展军事训练，以灾区为战场，以矿灾为消灭之敌，以呼吸器械为武器，严肃队容风纪，提高组织性、纪律性，每个指战员都要坚决服从命令，听从指挥。

矿山救护队分大队、中队、小队三级组织，大队由2个以上中队组成，中队由3个以上小队组成，小队至少由8～9人组成。中队是独立作战单位，小队是基层作战单位。

军事化矿山救护队，为保证行动迅速，经常处于备战状态，分别以小队为单位担任值班队、待机队和休息队。值班队时刻处于备战状态；待机队可以进行学习、训练、下井检查；休息队可以回住宅休息。救护队员的家宅必须靠近队部，可就近来队当值。

矿山救护队除了有专业队伍之外还有辅助救护队。

辅助矿山救护队是不脱产的矿山救护队。它是专业化矿山救护队的助手和后备军。

辅助矿山救护队是由从事井下通风、消火、安装、运输、瓦斯检验测定、瓦斯抽放等工作，有实践经验，身体符合专职矿山救护队员标准的工人，以及工程技术人员所组成。

辅助矿山救护队员由矿长或矿总工程师直接领导，设专职队长及专职仪器装备维修工。

辅助矿山救护队的任务是：

1. 积极协助矿长搞好职工自救知识教育及预防灾害发生的工作。

2. 协助专职救护队完成紧急救灾任务，如为执行侦察灾情任务的专职救护队充当向导，担任灾区的安全岗哨，引导遇灾工人安全撤出矿井。

3. 为专职矿山救护队运送救灾设备和材料，配合抢险。

4. 当矿井发生事故时，在专职矿山救护队尚未到矿之前，迅速奔赴事故现场，引导和救助工人撤离或协助其自救。

5. 采取有效措施控制灾情发展，将灾害消除在初始阶段。

矿山救护队为进行实战演习训练，必须修建演习巷道。演习巷道可以是地下巷道硐室，也可以在地面修筑一密封构筑物来模拟井下情况。

演习巷道应设有平巷、斜巷、窄巷、立井、高温硐室等，并装有绞车、轨道、风机、正反双向风门、反风装置及排水泵等。

预防性检查是矿山救护队的一项重要任务。应有计划地派出小队到所服务的矿井，熟悉井下巷道的布置、各采掘工作面、硐室、库房的分布情况；要了解和掌握井下通风、排水、运输、输配电、压缩空气、消防管路等系统的现实状况；检查矿井重大事故隐患；检查矿井灾害预防和处理计划的执行情况、井下安全出口畅通情况。针对上述存在问题，预先采取防治措施。

kuangjing wasi baozha de jiuhu

【矿井瓦斯爆炸的救护】 指处理瓦斯和煤尘爆炸灾害时的主要救护任务，包括：抢救遇难人员，清除巷道堵塞物，寻找火源，扑灭火源，寻找爆炸点和封闭灾区。

1. 救护队领取救护任务时，必须问清查明事故性质、原因、发生地点以及井下存留人数及各自所在区域；情况不明时先进行灾区侦察。

2. 进入爆炸灾区前，必须切断通往灾区的电源。如进入灾区后发现电源尚未切断时，若电气设备附近瓦斯浓度超限，则万不可盲目在灾区拉动开关，防止电气设备失去防爆性能，再次引起爆炸。如需恢复灾区供电，必须先行检查灾区瓦斯浓度。

3. 救护队进入灾区的路线应根据瓦斯爆炸情况判断确定。一般情况下，沿入风方向，从运输大巷进入灾区，可在空气新鲜的巷道行进，对保持救护队战斗力，减少队员体力消耗有利。如果瓦斯爆炸后沿入风扩展，则常见入风巷道垮塌、冒顶和堵塞，一时难以清理维修。这时也可沿回风方向进入灾区，这一带往往也是遇难人员较为集中的地点。

4. 进入灾区后，首要任务是救人，检查瓦斯浓度。处理瓦斯连续爆炸，或者处理事故地点瓦斯浓度大，又有明火残火存在时，应随时掌握瓦斯浓度变化情况。如发现瓦斯浓度上升速度快但仍在爆炸下限时，应加大风量，降低瓦斯浓度，否则，救护队员应立即撤出危险区。待灾区不再有爆炸危险时（氧含量达到12%以下，瓦斯浓度在16%以上），再进入灾区救护。

5. 迅速恢复瓦斯爆炸区的通风,及时排出爆炸产生的烟雾及有毒有害气体,供给灾区以新鲜空气,防止遇难人员窒息并扩大灾情。但是,在恢复通风前,必须查明是否尚有残火存在,否则会再次引起瓦斯爆炸。

恢复通风时,首先恢复主要的最容易恢复的通风设施。损坏严重,一时难以恢复的通风设施可用临时风门、风障、临时密封、局扇等临时设施代替。

6. 清除灾区巷道的堵塞物。瓦斯爆炸后常因产生冒顶而造成巷道堵塞,影响救护队员进行侦察、抢险。救人时,应考虑清除堵塞物的时间。若巷道堵塞严重,救护队员在短时间内不易清除时,应考虑其他能尽快恢复通风、救出人员的可行办法,同时尽快恢复堵塞区外的巷道通风,以便不佩带呼吸器的协助救护队工作的人员能够安全地参与救险。

7. 扑灭爆炸引起的火灾。为了抢救遇难人员,防止事故蔓延和扩大,在灾区发现火灾或残留火源,应立即扑灭。火势很大,一时难以扑灭时,应制止火势向遇难人员所在地点蔓延,先救人后灭火。火区包围了遇难人员时,应全力灭火,打通进路,引出人员;如火势特大,并有引发瓦斯再次爆炸的危险,用直接灭火法无效,另外确证火区内人员均已遇难,可考虑对火区进行封闭,控制火势。待火区熄灭后,再寻出遇难人员的尸体。

8. 发生连续爆炸时,为了抢救遇难人员或封闭火区,救护队指战员在紧急情况下,可慎重利用两次爆炸的间隙抓紧救人,救出人员后立即封闭灾区。这就要求救灾总指挥和救护队长认真掌握连续爆炸中时间间隔的规律,考虑在灾区往返时间。当时间不允许,即间隔时间内救护队员回不来,不能进入灾区,否则,难以保证救护队员的自身安全。

9. 处理瓦斯爆炸事故时,应携带双向通讯设备,以便随时与指挥部、救护基地取得联系。

10. 如确已发现大批遇难人员滞留在回风方向的巷道内,有严重受爆炸后气体(主要是 CO)威胁而窒息死亡危险时,在入风方向人员撤退后,可以考虑采取反转风流或停风。但对此必须十分慎重,以免扩大灾情。

kuangjing huozai de jiuhu

【矿井火灾的救护】 指救护队临场灭火的救护技术。

救护队接到火灾警报后应立即奔赴现场,侦察火区,确定火源,迅速制订灭火方案,确定通风方向以控制火灾蔓延,集中力量救出人员,扑灭火灾。

如果火灾发生在入风井的井架、井口、井底车场,火灾烟雾随风向井下采区扩展,有使井下工人中毒窒息的危险时,应立即进行主扇风流反转,即采取反风措施。反风后,新风从回风井、回风道进入,火烟则从入风井筒吹出。此时,救护队应引导井下遇难人员从原回风方向(顶风)撤出。如果火灾发生在采场,不要反风或停风。

消灭矿井火灾的方法有直接灭火法、隔绝封闭法和联合灭火法。

1. 直接灭火法

(1)用水灭火

用水灭火必须注意:

保证供给充分的灭火用水,保证火区正常通风,以便将浓烟及蒸气排到回风道去,随时检测火区附近空气成分,电器着火不应用水,以防因水引起短路,造成触电事故。灭火前应切断火区电源。火势较猛时,应先将水流射到火源外围,由外向中心逐渐逼近。

对油料着火除非用水雾灭火,一般不得用强力水流向油火喷射,以防油火飞溅,扩大灾情。

(2)泡沫灭火

灭火泡沫有两类:空气机械泡沫与化学泡沫。前者是二战以后,从军工系统引进的一种新技术;后者则广泛用于地面消防灭火。空气机械泡沫就是扇风机将空气鼓人含有泡沫剂的水溶液而产生高倍数(500～1 000)的泡沫。化学反应产生的泡沫倍数为 10～20 倍。

化学泡沫灭火器一般分为泡沫式和酸碱式两类。无论哪类都是利用物质间的化学反应而产生的化学泡沫喷洒在燃烧物的表面上而扑灭火灾的。泡沫式灭火器的药剂是碳酸氢钠($NaHCO_3$)发泡剂与硫酸铝〔$Al_2(SO_4)_3$〕;酸碱式灭火器的药剂是碳酸氢钠($NaHCO_3$)与硫酸(H_2SO_4)。

(3)干粉灭火

用砂子、岩粉直接撒盖在燃烧物体上,以隔绝空气将火扑灭。这主要用于初发的电气设备火灾和易燃液体——油料火灾。因此,井下机电硐室、材料仓库、炸药库均应设置消火砂箱、岩粉箱。

(4)挖掘火源

在煤体着火初期,燃烧范围较小时,可用长柄工具将燃烧煤体挖出,使其熄灭后运走。

2. 隔绝窒息灭火

即隔绝空气的供给,减少火区的氧浓度,使火源缺氧而窒息(如防火密闭及注入惰性气体)。

(1)封闭火区隔绝灭火

在通往火区的所在巷道内以最快的速度,在最短时间内建立起防火墙,阻断氧气的供给而使火源熄灭。

根据所起的作用不同,防火墙分为:临时防火墙、永久防火墙、耐爆防火墙。

瓦斯矿井应防止建墙期间发生火区瓦斯爆炸。为此,进回风两侧防火密闭的建造要尽量前后相差时间短;火区封闭后,救护队员火速撤离;将火区进、回风短路,避开并联巷道,采取均压措施,使火区尽快摆脱主

扇全面通风的影响。

(2)惰气隔绝灭火

指使用液氮、湿式惰气等以惰化火区窒息火源的灭火方法。

液态氮灭火有两种形式:一是地面建立液氮汽化系统,在将由制氧厂运来的液氮汽化后,借助于汽化压力或压缩泵通过水砂充填管路送往井下火区;另一种形式是将液氮用小型槽车运往井下,直接喷入火区灭火。

湿式惰气灭火是通过喷气涡轮燃气机燃烧汽油(柴油)产生以氮、二氧化碳、水蒸气为主体的湿式惰气,并压送进入火区,惰化火区空气,从而达到防止火区瓦斯爆炸和扑灭火灾的双重目的。

3. 联合灭火法

先密闭火区,然后往火区注入泥浆或灌注惰气。这是直接灭火与隔绝灭火两法的联合,煤矿内因火灾往往采用联合灭火法。

kuangjing huozai fengliu kongzhi

【矿井火灾风流控制】 指有利于灭火的紧急通风。

矿内发生火灾时,要正确控制风流,以保证井下人员安全撤出,防止火源引起瓦斯爆炸,阻止烟气蔓延扩大,并有利于灭火工作。

火灾时控制风流的方法有:

1. 保持正常通风,稳定风流。

2. 调节风流,改变原有通风状况,其中有:

(1)维持原有风流方向,减小供风量(减风)。

(2)停止主扇工作(停风)或局部风流短路。

(3)反转风流(反风)。

火灾刚发生时,烟气沿着原来的风流方向移动,火势逐渐发展后,凡为火灾所波及的巷道内,空气成分将发生变化,而且气温升高,形成与自然通风相仿的火风压,这种火风压的出现可能使矿井原有通风系统遭到破坏。它可以使风量增加或减小,甚至使局部地区风流逆转,从而造成井下人员撤离方向无所适从,导致大量人员牺牲,并会增加灭火的困难。

研究火风压的作用与风流逆转的可能性,采取有效的预防措施,是发生火灾时控制风流的重要内容之一。

通常采用下列稳定风流的措施,防止风流逆转:

(1)控制火风压,使之尽可能减小。要采取积极灭火方法,加快扑灭速度;在火源附近的进风侧修筑临时挡风密闭,适当控制火区进风量,减少火烟生成,同时要防止瓦斯积聚而引起瓦斯爆炸。

(2)火灾发生在分支风流中,应维持矿井扇风机原来的工作状况,特别是在救人、灭火阶段,不能采取减风或停风的措施。如在下行风流中发生火灾时,必要时可增加火区供风量以稳定风流,便于抢救遇难人员。

(3)尽可能利用火源附近的巷道,将烟气直接导入总回风道排至地面(短路通风)。

发生火灾时的风流调度,必须根据火灾发生地点、瓦斯积聚的可能性,自然风压和火风压的大小及其作用方向,特别是井下人员撤离的方向、滞留的位置等具体情况,进行综合分析,做出正确的判断与推论,由矿总工程师当机立断,提出合理的调风救灾方案。

一般情况下,火灾发生在总进风流中,即进风井口、井筒、井底车场或总进风巷道,应进行全矿性反风,阻止烟气进入井下采掘区。中央并列式(进、出风井筒并列在井田中央)通风的矿井,在条件许可时,也可使进、回风井的风流短路,将烟气直接排出。

我国矿山安全规程,无论对冶金矿山、煤矿,还是对化工矿山,都规定了:"主要扇风机必须安装反风设备,并能在10 min内改变巷道中的风流方向,反风后的风量不得少于原风量的60%。"

火灾发生在总回风流中,即总回风道、回风井底、回风井筒或井口,只能维持原来风流方向,才能将火灾烟气迅速排出。如果自然风压与火风压较大,瓦斯涌出量较小,为了减弱火势,有时也可以采取减风措施。

在瓦斯矿井中发生火灾,采取停风措施是很危险的。因为主扇停风后,采区积聚的高浓度瓦斯,在火风压的作用下,能流向火区引起瓦斯爆炸。为了进行灭火工作而需要恢复通风时,采掘工作面的高浓度瓦斯也可能吹向采区,导致火区瓦斯爆炸。所以,停风一定要慎重。

采区内发生火灾,风流调度更应慎重,首先应注意防止风流逆转,一般不可采用停风或减风措施。

机电硐室发生火灾时,通常以关闭防火门或修筑临时密闭门来隔绝风流。

kuanggong zijiu

【矿工自救】 指灾害发生后矿工的自我救护。

发生事故后,在场人员应尽量了解和判断灾害的性质、地点、发展程度,迅速报告矿井调度或矿长。在报告同时,应由有经验的老工人带领组织临场抢救,制止灾害扩大。制止无效时,应立即选择安全路线,有组织有秩序地撤离险区,最忌惊惶失措、大喊大叫、四处乱窜。

安全撤退路线根据灾害类型、遇难人员所处位置而定。当发生火灾或爆炸时,位于事故地点的上风侧人员,应迎着风流撤退;位于下风侧时,可佩戴自救器或用湿毛巾捂住口鼻,尽快由捷径绕到新鲜风流中去;如在撤退中遇有爆炸冲击波与火焰袭来时,应背向冲击方向,俯卧在底板或水沟内,以免灼伤。遇到无法撤退,通路因冒顶或突出之煤阻塞或因有毒气体浓度大,身边又没带自救器时,则应迅速躲进避难硐室或独头

巷道临时构筑避难点，等待营救。此时应用木板、泥、衣服挡住有毒气体侵入，打开巷道迎头压气管道活门，静坐待援。

当发生突然透水灾害时，临场人员应向上山巷道，出水地点上部水平撤离，万不可进入涌水地点附近的独头巷道，尤其是平巷独头。如遇有上部独头上山，当下部的唯一出口已被淹没无法撤退时，则可留在上山独头工作面待避。因为独头上山内的空气随水位上升逐渐压缩，能保持一定的空间和一定的空气量供人呼吸。老空区涌水中含有硫化氢，要注意防毒。

煤矿安全规程规定，每一下井人员必须随身携带自救器。矿井应负责供应，并同矿灯一起在每日下井时发放。每日收回后要检查外壳的严密性。

自救器分过滤式和隔绝式。过滤式自救器的过滤罐内下层装有干燥剂氧化钙、上层装有过氧化锰等药剂，在常温下能将一氧化碳氧化为二氧化碳。过滤式自救器适用于氧气浓度不低于 18%，CO 浓度小于 1%，环境温度25 ℃的场合，使用时间40 min。在发生瓦斯突出、瓦斯爆炸时氧的浓度往往很低，最好应用隔绝式自救器。隔绝式自救器内有生氧剂——过氧化钾等，当人呼出的 CO_2 气和水分与生氧剂作用后生成氧气进入气囊，供人吸入，再呼出 CO_2 生成氧，这样，器内自身循环，直至药剂失效为止，作用时间40 min到2 h(静止坐卧时)。该器与外部毒气隔绝。

当矿工遇到灾害，身边未佩戴自救器，或者在自救器有效时间内无法达到安全地点时，或撤退路线阻塞无法通过时，应迅速奔向矿井预置的避难硐室待避。

井下避难所有两种：一是预先设备的采区避难硐室，一是当事故出现后因地制宜构筑的临时避难所。

按《煤矿安全规程执行说明》的要求，井下避难所应符合下列要求：

1. 避难所应位于采掘工作面附近的巷道中，距工作面的距离根据矿井生产具体情况确定。

2. 避难所必须设置隔离门，避难所净高不得低于 1.8 m，其长度可根据同时避难最多人数确定。

3. 避难所在使用期间必须采用正压排风。

4. 避难所必须设置供给空气设施，供风量按2 m^3/h 计算。如用压气供风，应有减压装置，并设有阀门。

5. 避难所应根据最多避难人数存放足够数量的隔绝式自救器。

kuangjing tongfeng

【矿 井 通 风】 即为保证矿工在井下作业时的安全与健康，为提供足量合乎卫生标准的空气，为把环境温度维持在许可的范围内，为排出瓦斯、煤尘、矿尘和有害气体所采取的矿井通风工程与技术。

1. 矿井通风种类

矿井通风分为自然通风和机械通风两种。

自然通风，指在有两个标高不等井口的矿井，由于两个井口处存在温差，气流从一个井口进风并经过井下巷道、工作面后而流向另一个井口。

机械通风，指利用通风机使空气获得能量，并沿井巷流动。它能增大流经井巷的风量，有效地克服矿井阻力，防止瓦斯积聚，排出有毒有害气体，保证安全生产。机械通风的矿井，至少必须有两个出口通至地面，形成通风系统，使工作地点有贯通风流，给离开工作面的乏风提供排出通路。机械通风是产生机械风压的动力源。机械通风按通风机工作方式不同，分压入式通风和抽出式通风。

压入式通风，指系统内的空气压力处于较当地同标高大气压高的正压状态，故又称正压通风；抽出式通风，指系统内空气压力处于较当地同标高大气压低的负压状态，为负压通风。前者为铀矿的主要通风方法；后者为煤矿的主要通风方法。

2. 矿井通风系统

通风系统，指矿井通风系统形式、通风方式、通风方法、主要通风机工作方式、进风与回风井的布置形式和通风网路(包括其中的通风设施)的总称。它是矿井通风动力和风流网络的有机组合。

通风系统形式，指矿井进风井与回风井的布置形式，分为中央式、对角式和混合式。

通风方式，指主要通风机的工作方式，分为压入式、抽出式和混合式。

通风方法，指获取能量的通风动力，有自然通风和机械通风。

通风网路，指风道的连接形式，有串联、并联和角联。角联风网风流稳定性差，一般采区内部应尽量避免。串联风流污染严重，瓦斯矿禁止采用。并联风网的优点，在于它是数条有共同分合节点、中间无交叉风路的风网，故系统的总风阻小，各分支风流彼此独立，风量易于调节，安全性和稳定性均高。

复杂通风网路，指含有对角风路(又称不稳定风路)的任意形式的风路组合；它是若干风路联结形成的复杂的风网结构。在复杂通风网路中，对角风路的风量及风流方向有时会发生变化，促成风流不稳定，甚至导致事故发生或扩大灾害。

中央式通风，指矿井进、出风井同位于井田沿走向的中央或井田的一翼的通风系统。中央式通风的特点是风流在井下折返流动，风路长、阻力大、漏风多，且边远采空与中央采区风阻悬殊。它适用于井田走向长度不大(小于4 km)的矿井。

对角式通风，指矿井进风井位于井田中央，出风井位于两翼边界的通风系统。对角式系统井下风流直向流动，通风路线短，通风阻力和漏风小，各采区间风阻比较均衡，便于按需要控制风量分配，所需总风压小，

风流较为稳定，地面工业广场不受回风污染和通风机噪声的危害。

3. 通风风量

采矿生产过程中，井下人员的呼吸，各种有毒有害气体、瓦斯、矿尘的冲淡并排出地面，以及为井下创造良好的气象条件，都需要向采掘地点、硐室供给适当的风量。

确定矿井总风量的主要依据是：人的额定风量（每人每分钟不得少于4 m^3）；CH_4 和 CO_2 涌出量（煤矿工作面风流中瓦斯浓度不超过1%）；各种有害气体不得超过规程的规定的最大允许浓度；金属矿按炸药使用量、排尘风速和内燃机尾气计算风量。铀矿则应按排出氡及其子体计算风量。

4. 全风压通风和局部通风

依靠主要通风机产生的风压进行通风的方法，称为全风压通风，又称总风压通风。矿井利用全风压通风，系统内不同区段所分配的风压值不同。在矿井开拓或准备采区时，必须根据该处全风压供风量编制通风设计；局部地区也应借助导风设施（风障等）尽可能利用全风压通风。如需风量大且掘进巷道较长则需采用（掘进）局部通风。

掘进通风，指开掘井巷时，为稀释和排出有害气体、矿尘和炮烟，创造良好的气象环境而进行的利用局部通风机的通风。

利用局部通风机作动力，通过风筒引导风流的局部通风方法，分为压入式、抽出式和混合式。压入式通风安全性好，有效射程大，排烟能力强，并可使用柔性风筒，但炮烟污染巷道致使劳动卫生条件下降。抽出式因是汇流，有效吸程短，排烟能力较弱，只能用刚性风筒，巷道污染影响小。长巷道掘进多用混合式通风。

renfang gongcheng tongfeng
【人防工程通风】 指人防工程的通风系统及滤毒间的设计和应用。

人防工程通风比一般地下工程通风复杂，因为人防工程存在一个消波滤毒的问题。即保证这类工程具有防原子、防化学、防细菌的“三防”能力，用以消除冲击波、放射性尘埃、化学毒剂、细菌等的危害，同时还需要把清净无毒的空气送入工程内部。“三防”通风设施平时不必一律装备齐全，只预留位置，在应急之时即行安装。这些设施对设计地下工程通风的主要影响，是在通风系统中增加了一部分阻力，或者说增加了一部分通风动力的消耗。

风流运动规律是空气由压力高的地方流向压力低的地方，地下工程通风就是利用工程内外空气压力之差，促进空气按所需的方向和数量流动的一种技术措施。

地下工程通风的基本任务是，向地下各工作地点供给足够数量的新鲜空气，稀释和排除各种有害物质（包括炮烟、有害气体和粉尘），调节工程内部的气象条件，创造舒适的劳动环境。人防工程还要造成“超压”，防止有毒气体渗漏到工程内部，保证工程具有“三防”的能力。

人防工程的进风系统包括：进风口、扩散室、洗消间、滤毒箱、通风机、消音器及其连接这些设备的管道；排风系统包括：排风口、消音器、排气活门等及其连接这些设备的管道。平时使用时除通风机及消音器外均可省去。

一般单元地下室、地下车间、小型洞室，进、排风组成一个系统，可省略排风系统。

实践证明，人防工程的通风滤毒室（间）的设计、施工和使用，应符合下列原则：

1. 通风滤毒间应位于工事坚固的地区，并力求染毒管路（滤毒前的管路）段最短。一般人防掩体、地下医院的通风滤毒间设在工事首部。

2. 在较长的地下坑道分区段通风时，要每一区段设一通风间，为造成两翼对角通风，滤毒通风间可设在各该区段的中间。

3. 滤毒通风间应有足够的安装面积，一般不小于15～20 m^2。

4. 为保证清洁通风和滤毒通风的转换和通风系统的严密，应在滤毒装置前后设有密闭活门。

5. 重要的地下工程，为保护过滤装置不被大量粉尘所堵塞，可在滤毒器前方设置除尘器。

6. 通风滤毒间的通风管道，应采用1～2 mm厚的钢板焊接而成。管段间的连接不得使用法兰，应将焊缝焊严以保证严密。

7. 滤毒通风间前的进风管道应设置在侧墙之外，用2～3 mm的钢板焊接而成，并应用6～15 cm厚的碎石混凝土保护好。

8. 通风滤毒间及其前后的通风管道，应力求长度短、口径适当、减少弯曲，避免直角交叉和硬弯，以减小阻力。各活门的位置应适当，并保证其灵活严密。管道的布置应便于安装、维护和操作。并应与土建、水、电等设计统筹兼顾。

9. 风机外壳、过滤罐箱体以及铁制管道都要涂以防腐防锈的油漆。风机及其联动运转机构要定期注油，定期运转，加强平时的维护、检修，以利战时随时灵活应用。通风机室应专人管理，加锁防护。

10. 滤料可以用密封塑料袋严密装好，置于风机室内或其附近备用，一旦有“三防”警报，立即有专人迅速装填。如果过滤箱体能确保严密，滤料也可预先装入，但要绝对盖好。进、出口密闭活门要关紧关严。

dixia gongcheng de fengdao
【地下工程的风道】 指地道中风道的布置形式的设计和应用。

1. 无通风管的坑道通风

如地下坑道平直，顶板无凹凸起伏、高度在2 m以上者，除通风间配置连通短管外，在坑道内不必专设通风管路，可以直接用拱部输送空气。

从通风滤毒间送入坑道的风流，可以安装送风短管，也可以在工程墙壁留一送风口向坑道内送风。

2. 利用吊顶做送风道

如果在坑道一侧辟成房间，而用另一侧做走廊，则可于走廊顶板间开出一个通风道，名为“吊顶”。吊顶可视为一个管道，经顶部风口将新风送入室内；再由门下或间壁下方把废风送出到走廊。这样的吊顶就是进风道，而走廊则作为回风道，汇总各室废风经走廊送至排风井排到地表。

3. 用地沟送风

在某些地下建筑中，走廊面积有限或行人较多（如地下菜市场），也可以利用地沟做进风道。将新风通过夹墙送往室内，利用后再经下方排风口送往走廊。通风地沟可以用混凝土捣制；也可以用砖砌成后抹上防水砂浆。

4. 用铁风管送风

当地下车间空间较大且需风地点分散在车间各处，可用铁制风管沿厂房侧墙向房间送风。管上每隔一定距离开一送风口，并设拉板活门以改变通风面积调节风量。这种送风方法无疑增加了通风阻力，但易于控制风流。风管吊装时，应有足够高度以不妨碍行人和洞内地面上的车床等机械设备的布置为准，且应与墙壁保持一定间距。

5. 走廊设送风管向各室送风

如地下坑道的走廊有足够的高度，送风管也可以设在通道的上方，经门顶送风，由门坎出风，与吊顶送风类似。

6. 山洞工事碳外预埋混凝土风管送风

在山区掘进地下工程时，为充分利用地下坑道体积，便于机动车辆行驶，可将混凝土预制管件连成通风管道，预埋在衬砌外侧。这样送风既不占用坑道空间，也方便行人行车，而且美观、安全。只是在开凿毛洞时多挖一些石方，增加了工程造价。混凝土管又称甩管，作为通风管道使用时，要做好接头密封和外防水以防漏风和渗水。

7. 房间进、排风口的布置

地下房间内空气流动的情况和房间的进风口和排风口的位置有密切关系。进风属于自由射流，而排风口的气流吸人属于汇流，前者较后者的作用范围大。所以，正确布置进、排风口对新鲜空气的有效利用和废空气的排出有重要意义。由于人呼出的 CO_2 的相对密度较大，所以排风口多布置在内墙或门的下方。在房间深度小于4 m，送风口可直接设在门框上。

当向房间进深大于4 m的较大洞室送风时，为防止通风存在死角和涡流，为了均匀地向室内送风，必须将通风管道向室内适当延伸。

dixia cheku de tongfeng

【地下车库的通风】 指地下柴油机车和汽车库、长隧道的通风。

在大型地下工程中，近年国外多采用柴油设备装运岩石，如铲运机、柴油机车、重型载重汽车、翻斗车等。有的地下车库专为停放各类汽车，其中还有汽油内燃发动机。在地下有柴油或汽油作为原料的内燃发动机设备运行时，因柴油、汽油设备排出的尾气（内燃机的废气中，多含有一氧化碳、碳氢化物、氮氧化物、二氧化碳、二氧化硫、甲醛、乙醛、黑烟等有毒气体，其中较突出的是 CO、NO_x 和黑烟）而毒化工作环境，污染地下工程中的空气则成为头等问题。稀释排出运行中的汽车尾气是地下工程通风的重要任务之一。

1. 地下汽车库的通风

汽车库送风和排风口要均匀分布。考虑到发动机停止和开动及修理时尾气中的 CO 比空气轻且温度较高，易于在库顶滞留，所以，排气口应设在顶部；而汽油蒸气又比空气重，因此在库的下部也有设排气口的必要。由于汽车库以排出 CO 为主，故排气口设在库顶的较多。

在库内进行汽车发动机试验或修理时，应将尾气排气管用软管与排风管接连进行局部通风，以防汽油蒸气与空气混合气体爆炸。

2. 行驶汽车的长隧道的通风

隧道的通风方式按空气流动的方向有下述分类：

(1)纵流式：又分斜坑送风；立井送风或排风。

(2)半横流式：又分送风式（从上或从下），排风式（从上或从下），混合式（从上或从下）。

(3)横流式：分为上下行或斜行两种。

dixia gongcheng chushi

【地下工程除湿】 指地下房间、仓库或重要设施等地下建筑物为满足人员居留、物质贮存和维护设备完好的要求而采取的防止潮湿的方法。

地下工程的除湿方法可以分为：采暖通风除湿法、冷却除湿法（包括制冷机除湿和天然岩石冷却除湿）、吸湿剂除湿和压缩除湿等。

1. 采暖通风除湿法

当工程外空气的露点低于工程内空气的露点时，利用通风方法将工程外空气送人工程内，吸收工程内的水分后再排到地面。为保持工程内的一定温度，则靠采暖或加热送风。

2. 冷却除湿法

工程外空气通过冷却除湿设备（如表面式空气冷却器、淋水式空气冷却器等），使其温度下降到露点温度以下，它所含有的一部分水分就凝结在冷却器表面

而排走。这样从冷却器出来的空气就比较干燥,送到地下工程内即可吸收湿气,如此循环,就达到了除湿的目的。冷却器所用的冷水可以用深井水,也可以和使用直接蒸发的液体冷媒一样由制冷机系统供给。

常用的冷却除湿设备有:

(1)表面式空气冷却除湿设备　表面式空气冷却除湿设备又分为水冷式表面冷却器和直接蒸发式表面冷却器。冷却除湿设备是使冷媒通过散热肋管与空气进行热交换。一般用水或盐水做冷媒的,则叫水冷式;直接用氟里昂等制剂做冷媒的,称为直接蒸发式。蒸发冷却器与制冷机组装成整体的,称整体式空调设备。

1)水冷式表面冷却器。这种冷却器种类繁多,上海产的 GL 型空气热交换器较为常用。

2)直接蒸发式表面冷却器。这种冷却器实际上是各种制冷除湿机的主要部件,也就是风冷式蒸发器。它们的性能和结构特性可查阅有关空调手册。

(2)淋水式空气冷却除湿设备　它是通过冷水以水滴形式与空气进行热交换,在淋水室中空气被水冷却至露点温度以下。为此,必须使喷雾水滴温度低于空气露点温度,而且喷水量足够,水滴颗粒和热容量也足够。在淋水室中,空气不断被冷却,而水滴不断被加热,以达到降温除湿的目的。常用的淋水式空气调节设备有:JW 型空气调节器、W 型装配式空调器、金属与非金属空气调节器。

国外防空掩体有用冰水为冷媒的制冷设备来冷却人风和除湿的。

3. 利用天然条件冷却除湿

这种除湿方法是利用工程内岩体带走热量、凝集空气中的水蒸气,在空气进人工作空间以前进行除湿。

4. 吸湿剂除湿

吸湿剂除湿是利用硅胶、氯化钙、活性氧化铝等吸湿剂动态或静态吸收空气中水分,达到工程内除湿的目的。

5. 压缩除湿

由于空气被压缩引起了空气温度上升,所以压缩除湿常和冷却除湿并用。

压缩除湿与冷却除湿方法相比,耗动力大,不经济。只有在有压缩工程而又不便于用冷却除湿时方可利用此法获得干燥空气。当有空气涡轮机工作时,可利用动力回收办法,将压缩空气用来除湿。

(二)交 通 安 全

chuanbo anquan yingyun
【船舶安全营运】 船舶在商业运输过程中的运营安全。

水上运输是五大运输方式之一,而且很久以前就有了专职船舶运输。从此船舶安全营运就成为了一个永恒的主题,安全生产伴随着船舶营运的全过程。

水运行业是一个高风险行业,由于各种原因,经常发生船毁人亡的事故。我国现在每年发生船舶交通事故近千起;死亡和失踪几百人;沉船近百艘;经济损失超亿元。随着管理的不断加强,上述数字呈逐年下降的趋势。

船舶营运安全主要涉及三个方面:船员、船舶、环境。船员,特别是高级船员的能力直接关系船舶的安全。据统计,在所有发生的水上船舶交通事故中,80%以上的事故与人为因素有关。由于当事船员的疏忽或违章操作或能力等原因,连船带人一起沉没失踪的重大事故亦时有发生。

由于船舶自身原因发生的事故主要是船舶老旧所致。我国船舶老旧情况严重,由于我国船舶进口关税较高,很多中国船东买了新船后就挂了方便旗;因此导致挂中国旗的船队平均年龄越来越大,因而导致的事故亦时有发生。另外,船舶潜在性的缺陷或船舶保养不周等亦经常导致事故的发生。

环境主要是指航道情况和气象、海况、通航秩序等因素。由于挖砂、捕捞、海水养殖等原因经常影响船舶的安全航行;恶劣的天气和海况亦经常导致事故的发生,特别是一些特殊天气,如雷雨大风、台风等对船舶安全营运影响极大。

水上交通事故分类主要有碰撞、搁浅、触礁、触损、浪损、火灾、风灾等。针对船舶营运的高风险性,国际海事组织制定了许多国际公约,对船舶的建造标准、船员的适任、海上搜寻与救助等进行了规定,主要有以下几个:

《1974 年国际海上人命安全公约》《1972 年国际海上避碰公约》《1978 年国际海员培训、发证和值班标准公约》《1979 年国际海上搜寻救助公约》《1965 年便利国际海上运输公约》《1966 年国际载重线公约》《1969 年国际船舶吨位丈量公约》等。

为保证船舶的营运安全,各船旗国主管当局主要采取了以下预防措施(我国的主管机关是中华人民共和国海事局):

1. 船舶检验:营运中的船舶要定期向船舶检验部门申请定期检验,以检查船舶的稳性、抗风能力、结构等技术状况是否满足规范要求。如果船舶发生事故影响船舶适航性能,或船舶改变航区、用途,或原证书失效,还必须对船舶实施临时检验,以确保船舶处于适航状态。

2. 安全检查:为保证船舶的安全适航,各海事主管机关对到港的船舶实施间隔期为六个月的安全检

查，其主要内容包括船舶证书及有关文件、资料；船员及设备；救生设备；消防设备；事故；一般安全设施；报警设施；货物积载及其装卸设备；载重线要求；系泊设施；推进和辅助机械；航行设备；无线电设备，防污染设备；液化货装载设施；船员对与其岗位职责相关的设施、设备的实际操作能力。根据发现缺陷的严重程度，可以要求在修船时纠正，在指定港口纠正，或离港前纠正等。若未按要求进行纠正。则主管机关有权禁止船舶离港。

3. 危险货物强制监装：船舶在装运爆炸品和一级易燃液体时，各海事主管机关对船舶实施强制审核危险货物积载图和对实际装载情况进行监督检查，以确保船舶装运危险品的安全。

4. 建立船舶交通管理系统：为保证船舶安全航行，提高营运效率，遵循特定法规并采用多种技术手段，对船舶交通实施监督、管理和控制以及提供咨询服务。目前，我国已经或正在建立的船舶交通管理站的有秦皇岛、大连、青岛、连云港、镇江、北仑、湛江、上海、天津、汕头、广州、南京等港口和水域。

5. 海上搜寻与救助：为保证遇险船舶和船员的安全，各沿海国家都设有海上搜寻与救助机构。我国的海上搜寻与救助协调机构是中国海上搜救中心，设在中华人民共和国海事局。

6. 引航：为保证船舶进出港口安全和维护国家主权，各港基本上都设有引航机构。各国对此要求不同，在我国，对外国船舶进出我国港口实施强制引航，对国内船舶实施自愿引航。

另外，各港口国主管当局还对到本国港口的外国船舶实施“港口国监督检查(PSC)”管理。

为保证船舶的安全营运，各航运公司除招聘合格的船员、配齐船上必要的安全设备与资料外，公司内部也采取了相应的措施：如建立安全管理体系；配备有航海经验的管理人员；实施 ISO 9002 质量管理体系；组织对员工进行培训；开展安全检查和船舶到港检查；建立健全安全管理新机制等。

船上有一整套的安全管理制度和要求。船上的船员配备必须符合《船舶最低配员标准》。通常情况下，船上配有船长，轮机长，大、二、三副，大、二、三管轮，电机员等高级船员和水手、木匠等普通船员。各高级船员的职责不同：船长负责驾驶和管理船舶，完成航运任务；船长在职责范围内发布命令，船员、旅客和所有在船人员必须执行，以保障人员、船舶、货物和其他财产的安全；有雾、进出港以及其他必要的情况下，船长必须在驾驶台亲自指挥航行。大副、二副、三副除参加航行值班外，还各司其职，如大副负责配载，二副负责海图，三副负责救生设备等。轮机长是全船机械、动力、电气设备的总技术负责人，在船长领导下，全面负责轮机安全管理工作。大管轮负责保持由轮机部管理的各种安全设备等经常处于良好可用状态。二管轮主管发电原动机及其附属设备。三管轮负责甲板机械、副锅炉及其附属设备和救生艇发动机、应急泵等各种应急、安全设备的管理。同时大、二、三管轮参加轮机值班。电机员负责管理电机设备管理工作。船上的值班制度为四小时一班，参加值班的人员每天两班。

船舶日常管理中还有许多文书资料，如航海日志、轮机日志、电台日志等，这些都必须每日如实填写，是船舶重要的原始资料。

船上配有多种通讯导航设施，如雷达，GPS 导航系统，甚高频等。

船上备有各种救生设备，如救生艇、救生筏、救生圈、救生衣等。

船上备有多种应急设备，如应急舵，应急发电机等。

船舶分许多种类，主要有客船、高速船、油船、液化气船、散货船、杂货船、滚装船、集装箱船以及其他船种。在船舶营运中，不同种类的船舶其风险不同，所采取的措施也各有侧重。

船舶的装载情况对船舶安全影响很大，货物适装和适当配载才能保证安全航行；超载或载运不适载货物经常导致事故的发生。不同的货物其特性不同，因此引起的危险也各不相同，如有的货物易发生自燃现象；有的货物有毒或有腐蚀性、放射性；液体货物或含水量较大的散装货物有或易形成自由液面等。

内河、沿海及远洋等不同航区的船舶其设备配置及船员要求等都大不相同。

船舶港口装卸作业时危险性较大，常有工伤事故的发生。

chuanbo anquan jiandu guanli
【船舶安全监督管理】 船舶安全监督管理是我国水上交通安全监督机构的主要职能之一，主要以船舶的硬件为管理对象，监督船东、船长和船员维持船舶在符合法律、法规和规范条件下进行日常营运，防止由于不适当营运对水上人命、公共利益和水域环境造成危害。

船舶安全监督管理包括：船舶登记、船舶安全检查、船舶进出港口签证（国内航线）、办理口岸开放和国际航线船舶进出港口手续、危险货物监督管理、船舶防污染监督管理、船舶最低安全配员审核和发证、货物系固手册审核、船舶非营运性作业和特种船舶进出港口的安全技术审核等。

实施船舶安全监督管理的主管部门是中华人民共和国海事局。

船舶安全监督管理主要签发或核发的文书有：船舶登记系列文书、船舶最低安全配员证书、货物系固手

册文件、船舶安全检查记录簿、油类记录簿、油污损害民事责任保险和其他财务保证证书、油污损害民事责任信用证书和一些相关作业许可或认可证明。

船舶登记是船舶登记机关根据船舶所有人申请，为确定船名、船舶所有权和船舶国籍等，依法定程序，对船舶进行登记注册的行为。国际上船舶登记通常是按照《1986年联合国船舶登记条件公约》采取必要的立法或其他措施进行的。各国因其条件而异，采取严格登记制度、开放登记制度以及介于两者之间半开放登记制度等。所谓严格登记制度是对前来登记的船舶的资本比例、船员配额等均有严格限制。开放登记制度是对前来办理登记的船舶不加任何条件限制。我国的船舶登记属于严格登记制度，是由交通部授权的水上安全监督机关按照《中华人民共和国船舶登记条例》，在一定的管辖权限内根据船舶所有人的申请，办理船舶国籍、所有权、租赁、抵押、注销和/或变更登记，并签发相关的船舶的登记文书。

船舶安全检查分船旗国监督检查和港口国监督检查。船舶旗监督国（简称FSC）检查是由各地水上安全监督机构依据本国法律、法规对到达本港的本国籍船舶进行的检查。港口国监督（简称PSC）检查是由水上安全监督机构（目前我国有24个）指派授权的PSC检察官员对到达本港的外国籍船舶依照有关的国际公约和文件进行检查。船舶安全检查的主要内容是检查船舶技术条件和人员配备是否符合有关的国际公约、国内规范的要求，也对人员操作进行检查。对检查出的缺陷提出处理意见，并监督其改善，确保船舶不低于标准，保证船舶和人身安全。

船舶签证是水上安全监督机构对国内航线营运船舶所进行的日常安全监督和行政管理工作。根据《中华人民共和国海上交通法》和《中华人民共和国内河交通安全管理条例》的规定，每艘进出港口和/或作业站、点的国内航线的船舶必须到当地港航监督机构办理进出港口签证。各地港航监督机构应依据《中华人民共和国船舶签证管理条例》对申请签证的船舶，查验船舶证书、船员证书及相关文书的有效性，必要时签证员可登船检查船舶的实际安全状况，对安全适航的船舶方可办理签证，准许其营运。

口岸开放和船舶进出港口手续由开放港口的港务监督对直接从国外港口驶进或驶往国外港口的船舶，本着维护国家主权和利益的原则，依据《国际航线船舶进出中华人民共和国口岸检查办法》进行行政性安全审核和有关证书、文件查验，以确定船舶是否进出港口，并办理相关手续。

最低安全配员证书签发是指船籍港港监按照船舶所有人的申请，根据《中华人民共和国最低安全配员规则》对船舶的安全技术状况、航区和船员资历进行必要的审核，对合格船舶发证并作适当的备注。

货物系固手册的审核和认证是指船籍港监按照《国际海上人命安全公约》要求，审核船公司所编制的国际航线船舶（散装固体、散装液体和散装气体船除外）货物系固手册，对符合公约要求的船舶签发证明文书。

危险货物监督管理主要包括：依据《水路危险货物运输规则》，审查危险货物码头设施的安全状况，对合格的签发安全作业许可证；并依据《船舶载运外贸危险货物申报规定》及相关文件，审批托运人或其代理人递交的出港装载危险货物安全适运申报，审批船舶或其代理人递交的船舶进出港或过境载运危险货物申报；对"危险货物申报员"和"集装箱现场检查员"培训并进行资格认证；依据《液货船水上过驳作业监督管理规定》，审批液货船水上过驳作业，并签发许可证。

船舶防污染管理是水上安全监督机构依据《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》及其实施细则、《船舶防污染条例》等有关法规，监督船舶、船舶修造和船舶拆解厂点的清舱洗舱、油类作业、有毒有害物品的处理和垃圾处理等，采取预防措施防止由此对水域造成的污染；组织清理辖区内水域污染物；负责辖区内的污染事故的调查和处理。

船舶非营运性作业审批是指对船舶由于安全和营运所需在港内进行的维修、试航、清污、洗舱、设备或仪器校对等所进行的安全审核、审查。

gangkou xiaofang

【港口消防】 指代表国家公安机关对我国沿海、内河港口及港内单位和人员以及港口水域内航行、停泊、作业的中外民用船舶，实施消防监督及扑救火灾的一项社会安全保障性质的专门工作。其任务是保护国家财产和人民生命安全，保卫港口运输生产安全畅通、维护国家主权和声誉。港口消防与船舶消防共同构成我国的水上消防安全保障体系，它是港口公安工作的一部分，也是港口综合安全工作的一项重要内容。

港口消防是随着我国水运事业及水上消防事业的发展而逐渐建立发展起来的。20世纪70年代中期以前，我国水上消防力量非常薄弱，基本处于空白。港口消防装备也很落后，全国仅上海港有两条英国20世纪30年代建造的消防船。港口火灾不能得到有效的扑救。尤其是外轮在我国港口发生火灾，时常因扑救不力造成重大损失，甚至导致船毁人亡，造成不良的政治影响。为改变我国港口消防落后状况，1975年以来，交通部和各港口先后在沿海和长江、黑龙江两条内河航运线上组建公安消防队伍、投资建造和配置消防设施设备。全国港口先后建立33个消防监督机构，共有消防支、大队14个、中队64个，有包括消防监督员、高

级工程师、工程师在内的消防干警2 000余人。在装备上，交通部和各港先后建造和进口专用消防船、消防监督巡逻艇25艘，拖轮兼消防两用船50余艘，消防车200余辆，配备了比较先进的破拆、探测等仪器设备。“八五”期间，交通部还投资3 200万元，在长江港口建设7个水上消防站，填补了长江水上消防的空白，港口消防的力量装备已具一定规模。

港口消防组建20多年来，各港口公安消防部门坚持贯彻“预防为主，防消结合”的方针，把严格的消防安全管理与为港口运输生产服务有机地结合起来，积极探索建立切合港口运输生产实际的消防安全管理机制，并逐渐加以完善和深化。一是建立实行了由主管领导负责、各有关部门参加的网络化管理的防火组织，将防火与安全生产紧密结合，层层落实防火责任制。二是运用生动多样的形式和通过各种渠道对职工和进出港区旅客及作业等人员进行消防安全教育，宣传国家消防法规，普及消防安全知识，进行岗位消防安全知识技能培训，举行消防演习、比武和运动会等，常抓不懈，不断提高港口职工的消防意识和技能，形成群防群消的局面。三是突出重点，确保港口安全。在港口消防安全管理工作中，消防部门以易燃易爆、人员集中的危险货物装卸、储运的码头、仓库、货场和客运站等为重点，制定、完善防火防爆安全制度和措施，监装监卸和监护装卸危险品的重点船舶等，有效地保障港口和到港船舶的安全。四是坚持开展季节性、重大节假日和经常性的消防安全检查，狠抓火险隐患的整改，并本着真正服务于港口安全的宗旨，深入港口生产第一线，主动为生产单位出主意想办法，在节约的基础上，加大资金投入积极整改火险隐患，消除不安全因素，同时采取一系列有效措施，对影响港口消防安全的突出问题，开展防火专项治理，整改了一大批火险隐患。五是加强港口消防法规建设。结合国家有关消防法规和港口消防工作的特点，交通部相继制定颁布了《港口消防监督实施办法》、《港口消防站布局与建设标准》《港口消防规划建设管理规定》、《装卸油品码头防火设计规范》《油船油码头安全作业规程》等一系列规章和标准，使港口消防工作逐步纳入了法制化管理的轨道。

港口消防队伍组建以来，认真加强队伍现代化、正规化建设，坚持开展理想信念、根本宗旨、职业道德等项教育活动，狠抓业务技能训练和岗位培训。针对港口、船舶火灾特点开展灭火战术研究和实战演练，不断提高扑救火灾的技、战术水平。为保证港口消防队伍的年轻化和战斗力，港口消防系统根据消防职业的特点，从1992年开始，进行了用工制度的改革，解决了新老交替的问题，稳定了队伍来源，保证了队伍的战斗力。20多年来，广大港口公安消防干警严格施行消防安全监督，热情为港口运输生产服务，并严格自身管理，刻苦训练，在各项战斗任务中，不怕流血牺牲，英勇顽强，取得了成百上千次灭火战斗的胜利，有3人在灭火战斗中光荣牺牲，涌现出一批英雄模范，数十人受到立功嘉奖，成功扑救了在湛江、武汉和青岛发生的“大庆256”油船、“长江明珠”号涉外旅游船、“北拖701”等十余次重、特大火灾，并多次参加地方火灾扑救，有效地保卫了国家财产和人民生命安全，保障了港口运输生产的安全畅通。

chuanbo jianyan
【船舶检验】 为保障船舶安全航行和海上设施安全作业以及防止水域环境污染而为船舶、海上设施及其所使用的产品制订法规、规范和检验规章，并按规定进行相应的技术监督和现场的检验工作。

对船舶、海上设施现场的检验包括其建造过程中的各种检验、投人运营后的定期检验以及必要的临时检验，如各种海事检验和公正性检验等。所以船舶检验工作的安全状况是与船舶、海上设施以及船厂和船用产品制造厂的生产条件和作业环境密切相关的。在船舶、海上设施建造中的空间立体交叉作业及其建造完工投人运营后所处的海况水文环境，都会给船舶检验工作带来复杂的不安全因素。船舶、海上设施的机械设备大都设置在空间相对狭小的机舱，而且船舶检验工作往往要在机械设备运转的情况下进行，运动部件都可能直接影响到船舶检验工作者的安全；船舶的某些舱柜尤其是油船、化学品船等特种船舶上的装货舱室分别属于缺氧、有毒、易燃易爆处所，在这些处所进行检验时，验船师的安全也都受到威胁；船舶、海上设施所使用的产品涉及冶金、化工、机械、电气等各种行业，而且检验工作大都涉及生产过程中影响产品质量的关键控制点，因而各类工厂的生产条件直接影响到船舶检验工作。在船检行业中，曾发生过验船师从高处坠落摔伤的事故，也曾发生过进入缺氧处所昏厥的事故，甚至发生过气垫船在船坞内进行空气螺旋桨试车时，由于缺少必要的安全措施，一位验船师被强大的气流吸人导流管而导致当场死亡的严重恶性事故。所以船舶检验的安全工作是绝不容忽视的。针对船舶检验工作存在的主要职业风险，船舶检验部门采取了相应的预防措施，总的要求如下：

1. 安全保护的一般注意事项。为了确保安全，验船师在进行检验工作时，应严格遵守有关安全程序并确认自己身体处于良好状态；要穿戴合适的工作服、安全帽、工作鞋等防护用品；携带合格的检验工具；任何检验工作均应有受检方的工作人员在场；上船或进车间检验应在安全通道内行走；夜间或在光线暗淡区域工作应有良好的照明；在立体作业场所，要注意上下左右的施工情况并远离起吊重物的下方；参加运转试验时，必须严格遵守有关操作规程；在水上进行高空或舷

外检验时，应穿救生衣并系安全带；在大风和恶劣天气时，应停止舷外检验工作等等。

2. 有可燃气体的处所。船舶的燃油舱柜、泵舱、压载舱、隔离舱等舱室以及油船、液化气船和化学品船的装货处所可能存有可燃气体，有失火爆炸的危险。在对此类处所进行检验时，规定验船师在进人之前，应确认其内部的油气已经清除，并要求厂方或船方出示检测报告。而且在整个检验过程中，被检验处所应持续通风，以维持检测仪表的读数，始终处在安全界限之内，检验处所内外要保持完好的通讯联络。

3. 有毒处所。船舶上设计用来装载有毒物质的舱室或其他处所，均存在毒害人体健康的危险。在这类处所进行船舶检验工作时，应严格遵守对各类毒品的有关规定，并熟悉该类毒品货物的特性。在进入有毒处所执行船舶检验工作前，应征求主管船员的意见，遵照有关进入有毒有害处所的程序进行工作。

4. 缺氧处所。船上缺乏通风的所有舱室，如：首尖舱、双层底舱、干压载舱、深舱等，以及曾存有大量海水的封闭舱室和任何长期封闭的舱室等均视为缺氧处所。在进人这些处所执行检验前，应进行足够的通风，并经含氧量测定或用其他试验方法证明含氧量的确符合规定要求后，方可进人。检验过程中，要保持处所内外的完好通讯联络。

5. 高压区域或高压状态。空气螺旋桨的吸入端、工作或试验状态下的柴油机曲轴箱防爆门、锅炉和高压容器等均属此类。在高压区域或高压状态下执行检验和试验时，验船师应严格执行检验规程和有关的安全规则。

6. 船用产品制造厂生产条件和作业环境带来的风险。对船用产品的检验工作往往是在高温或高温飞溅区（如冶炼车间、铸锻车间等）；易燃易爆处所（如：制漆车间、烟火信号生产车间等）；强酸、强碱场所（如：电镀车间、蓄电池生产车间等）；高电压、高电磁场所（如高压电器试验场所）等环境下进行的。所以要求验船师应当严格遵守船用产品制造厂有关安全方面的各项规定，防止发生意外事故。

为了保证验船师的人身安全，中国船级社在其制定《验船师须知》中专门编制了"验船师的安全保护"的章节，并以通函的形式发至全体验船师，规定在执行现场检验时，要十分注意检验的环境，包括照明、通风、通道和检验条件等是否满足安全要求，同时要对自身的安全采取保护措施。各省、自治区、直辖市的地方船检部门和渔船检验部门也都对验船师的安全保护制订了相应的规定。

tonghang huanjing
【通 航 环 境】 为保证船舶安全航行除提高船舶自身的适航技术状况，加强内部安全管理外，还需要创造一个良好的外部环境和通航条件，也就是我们常说的"通航环境"。

通航环境是对船舶航行产生直接、间接影响的各种要素的总和，是船舶赖以航行的基础。广义上的通航环境还包括对通航条件、通航行为加以调整规范的各种人为因素。通航环境的组成要素主要包括以下几个方面：

1. 通航基础设施，如航道、锚地等。航道是船舶运输行为得以实现的水上通道。一般地，除人工运河外，天然航道必须通过整治、渠化，以达到适应船舶航行所需要的基本尺度和技术要求。在我国，航道分为沿海航道和内河航道，内河航道的技术等级根据尺度和通航船舶吨位划分为七级。

此外，避风、检疫锚地、安全作业区、倾废区等设施为船舶提供避风避浪、维修、锚泊等安全服务。

2. 助航导航系统。船舶航行需要配置可靠、准确的助航导航设施，以帮助其安全，快速地完成航程。传统的助航导航设施主要是航标，如灯桩、灯塔、浮标、岸标、雾号等利用颜色、亮度、声响特征指引航行的视觉和音响航标。近年来，随着电子技术的发展，雷达、无线电航标也广泛应用于助航领域，大大提高了助航精度。同时，设在桥梁等过河建筑物以及危险障碍物上用于示警的安全标志，作为助航标志的补充，共同伺服于船舶航行、锚泊和作业，对船舶安全航行起着至关重要的作用。

3. 水文、气象条件也是构成通航环境的要素之一。如流速、流向、风速、风向、雾霾等对船舶的航行影响甚大。因此，主管部门的努力方向就是控制不利于航行的水文条件，及时提供安全信息服务，如整治航道，归顺水流；设立信号台、控制台，提供雾情，控制交通流量；提供避风防台锚地等措施，减少不安全因素，化解航行风险。

优良的通航环境不仅需要在基础设施建设和维护其功能发挥方面下大力气，还需要加强行政和技术管理手段。如：强制打捞沉船沉物；对限制性航道的有序控制，实施分道航法，船舶交通服务系统（VTS）；水上水下施工作业许可；通航净空的审批；对排污、挖沙、养殖、捕鱼等行为的合理限制等，以达到综合治理通航环境的目的。

"让船舶更安全，让海洋更清洁"，这是人类在合理利用水资源方面取得的共识。目前，我国沿海、江、河、湖泊的通航环境已有较大改观，随着水运主通道、港站主枢纽以及支持系统的建设和发展，通航基础状况会有较大的改善和提高。同时，随着人们安全、法律、环保意识的提高，通航环境将越来越秩序化、规范化，将会更加安全和清洁。

tonghang zhixu

【通航秩序】 “通航秩序”是一个用于概括江、河、湖、海、水库等船舶通航水域的水上交通状况的专用词汇。“通航秩序”同时又是“通航环境”的重要指甄，它与“通航环境”具有辩证关系；良好的通航环境有利于建立良好的通航秩序，良好的通航秩序促成了良好的通航环境。

对于某一特定的通航水域，通航秩序的质量取决于该水域是否有适用的法规及各类船舶遵守这些法规或公共法则的程度。由于船舶的行为是由操纵船舶的人决定的，因此，船舶能否遵循公共行为法则，关键取决于操纵者的素质和公共道德意识。

在中国，通航秩序的管理机关是中华人民共和国港务监督局，具体的事务性管理工作由各地的中华人民共和国××港务监督或××港航监督（通常均简称为“港监”）承担。

“通航秩序管理”体现的是一种综合性管理，它具体包括：

1. 制定旨在维护良好通航秩序的安全监督管理法规并监督实施。

2. 划定通航分道，实行船舶定线制，减少船舶交汇的几率，降低船舶交汇区的碰撞发生率。

3. 实施船舶报告制，建立船舶报告点以掌握航行船舶的动态。

4. 建立船舶交通管制系统以使通航密集区的各种船舶处于交通管制之下。

5. 设置各类作业区和各类锚地及通航禁区，对有碍船舶航行的行为和活动加以控制和限定。

6. 对水上水下施工作业进行安全监督管理，对施工作业现场实施现场监督管理。

7. 对碍航的沉船、沉物实施强制清除、打捞。

8. 对载有危险品或严重污染物的运输行为进行限定，对所有外国籍船舶以及载有危险品和严重污染物的各类船舶进行强制引航。

9. 对船舶的无线电通信秩序及船舶航行安全信息的发布工作进行管理。

10. 对船舶的安全航速作出规定。

11. 对所有涉及损害通航秩序的行为进行处罚。

约束通航水域中船舶的整体行为是建立或维护良好通航秩序的“真谛”，而这种约束又是通过约束每一个船舶单元的行为实现的。

haishang souxun yu jiuzhu

【海上搜寻与救助】 当发生海难或由于其他原因而致使海上船舶、人员遭遇紧急危险时，根据有关国际公约，由沿海国政府组织实施的搜寻和救助行为。搜寻与救助的对象主要是海上遇险人员，也称海上人命救助。中国的海上搜寻与救助协调机构是中国海上搜救中心，设在中华人民共和国海事局。

1974 年国际海事组织（IMO）有关国家在伦敦签订了《1974 年国际海上人命安全公约》，以增进海上人命安全。为促进国际合作，保证海上搜寻救助工作的有效实施，有关沿海国家于 1979 年签订了《1979 年国际海上搜寻救助公约》，就海上搜寻救助的国际合作事项做出约定。该公约规定各缔约方须保证为在其海岸附近的海上遇险人员提供适当搜救服务作出必要的安排；各缔约方须为搜救服务的全面协调建立一个全国性的协调机构；通过有关缔约方之间的协议来建立搜救区域。对沿海海上遇险人员提供迅速、有效、无偿的搜寻救助服务是各国政府应履行的一项国际义务，无论海上遇险人员国籍、地位如何。

为保障海上遇险人员的搜寻救助以及海上安全通信，1976 年，在政府间海事协商组织（IMCO）〔后改名为国际海事组织（IMO）〕倡导下，有关国家成立了国际移动卫星组织（INMARSAT）。现 INMARSAT 已向全海上和陆地用户提供 INMARSAT-A、B、C、M 及 MINI-M 遇险及通信服务。

及时获取海上遇险信息，并对海上遇险人员进行及时有效的救助是海上搜救宗旨。为保障各国海上搜救中心能够及时获得海上船舶遇险信息，美国、法国、加拿大及前苏联在巴黎签署 COSPAS-SARSAT 协定，成立“低轨道搜救卫星组织”。通过 COSPAS-SARSAT 系统向国际社会提供遇险报警和测位数据。

1988 年，IMO 将实施全球海上遇险与安全系统（GMDSS）写入《1974 年国际海上人命安全公约》。为履行国际公约，我国于 20 世纪 90 年代初开始实施 GMDSS 的有关工作，已建成如下配套设施：

1. 地面用户终端（LOCAL USER TERMINAL 简称 LUT），接收船舶无线电应急示位标发出的遇险信号。

2. 任务控制中心（MISSION CONTROL CENTRE 简称 MCC），根据国际搜救计划，将接收到的船舶遇险报警和测位数据，向有关国家搜救中心提供。

3. 为保证发生在中国沿海的海难事故能够得到及时有效的救助，我国在大连、天津、上海、广州、海口等 21 个港口建立了无线电数字选择性呼叫（DSC）值班台，形成了 100～400 海里沿海的链状通信覆盖区。

4. 我国已建成北京国际移动卫星 A、C、B/M 站，具备了 GMDSS 所要求的通信能力，并在中国海上搜救中心设有直通遇险报警终端，以保证及时获取遇险报警信息。

5. 按照《1979 年国际海上搜寻救助公约》的要求，我国正在建立“中国船舶报告系统”（CHISREP），于 1999 年开始运行。为确保中国海上搜救中心协调遇险船舶附近商船参与搜寻救助，中国船舶报告系统

将按 IMO A.648 号决议，强制要求在中国沿海航行的中国籍船舶和抵达或驶离中国港口的外国籍船舶参加。

tielu yunshu anquan

【铁路运输安全】 铁路运输是国家经济的大动脉，保证铁路运输安全对国家政治经济的发展，对人民生活都具有极重要的意义。

1. 加强管理以法治路

改革开放20多年来，铁路部门在运输、基建、工业等方面实行了一系列改革开放措施，大大促进了铁路运输生产建设迈向现代化的步伐。这些已经实施和正在实行的改革开放措施，无疑使铁路这个老企业开始展现出新的生机和活力，尤其是给加强铁路运输安全管理提供了难得的历史机遇。但是，铁路一系列改革开放措施的实施，也给铁路运输安全管理带来很多新课题，运输安全管理方式遇到了前所未有的挑战。

总结经验，最重要的是必须加强管理，以法治路，使铁路运输走上健康发展的道路。

针对文化大革命的严重破坏，1977年修订发布了《安全监察工作规则》，肯定了过去安全监察工作的成绩和作用。1984年又再次修改，重申安全监察工作的重要性和必要性，明确各级安全监察机构的任务和监察人员的技术、行政职务，规定每年召开安全监察会议，有力地推动了这项工作的开展。

1978年重新公布《调车作业四项纪律十六项注意》，使20世纪60年代制定的这一规章再度发挥重要作用，常见的调车冲突和脱轨事故大幅度减少。

1979年，鉴于铁路行车安全基础工作薄弱，劳动纪律松弛，有章不循、违章不究的现象较为普遍，铁道部发布《关于确保行车安全的命令》，要求全路牢固树立“安全第一”的思想，保证铁路运输特别是旅客列车的绝对安全。这个命令的发布，既表明了铁道部力求彻底扭转安全生产被动局面的决心，又给铁路局、分局、站段明确了责任，增强了各级领导放手抓安全的权威性，同时加强了广大职工的安全意识，对安全形势的不断好转起了重要作用。

1980年对《铁路行车事故处理规则》作了较大修改，调整了构成重大、大事故的条件，规定各业务部门对行车设备质量负责，恢复了重大、大事故必须由铁路局长亲自处理，并将处理结果上报铁道部审批的规定。1985年为贯彻改革开放精神，本着该严的严，该宽的宽，该增的增，该减的减，列车事故从严，列车事故与调车事故有所区别的原则，对《铁路行车事故处理规则》再次进行修改，使判定事故性质和等级更加合理，同时保持了新中国成立以来事故处理的连续性和可比性。对于路外交通肇事造成的事故处理等，也都做出了明确规定。

1980年1月，由于旅客携带易燃、易爆危险品进站、上车，多次发生爆炸火灾事故，不仅影响运输生产，而且直接严重威胁旅客生命和国家财产的安全。铁道部立即向国务院报告，建议重申1961年国务院发布的《关于违反爆炸、易燃、危险物品管理规则处罚暂行办法》和1974年国务院、中央军委《关于加强爆炸物品管理的通知》，要求各地方、各部门认真贯彻执行，严格控制易燃、易爆危险品的生产，加强管理。国务院批转了铁道部的这个报告，指示各省、区、市和有关部委加强这方面的工作，协助铁路交通单位认真宣传查堵。在各方面的支持配合下，旅客携带危险品进站上车的现象迅速减少，对当年春节运输的安全和此后列车事故的防止都起了重要作用。

1986年4月，国家经委、公安部、交通部、铁道部等七部委共同发布了《铁路道口管理暂行规定》。铁路部门在各省、地、市有关部门的配合下，加强道口安全管理，铁路道口安全情况有了好转。到1986年底，全路共拆除布局不合理道口和私设道口4 600处，道口总数减少17%，增设有人看守道口1 500多处，派员监护的道口1 700多处；对城市道口或交通繁忙的道口，由平交改为立交的已完成203座。铁路公安部门也积极参加道口管理。通过这些措施，开始遏制了道口事故连年上升的趋势。

为了适应铁路实施经济承包责任制的新形势，贯彻以扩能为中心的精神，铁道部对《铁路行车事故处理规则》进行了修改，严格界定了构成列车事故的条件，扩大了调车事故的范围，以利于处理好安全与效率的关系。并修改了《铁路运输安全奖惩办法》，统一了全路安全奖惩标准，调动了职工的生产积极性。

通过这一系列的工作，12个铁路局都先后实现过百日无责任行车重大、大事故，共实现了26个局次安全百日，成都、柳州、广州、呼和浩特铁路局获得了铁道部“安全年”奖杯。

为了使铁路运输走法制化的轨道，1990年七届全国人大常委会第15次会议通过了《中华人民共和国铁路法》。该法是我国第一部规范全国铁路运输的专项法律，铁路法规定铁路运输企业必须加强对铁路的管理和保护，定期检查、维修铁路运输设施，保证铁路运输设施完好，保障铁路旅客和货物运输安全。铁路法对维护铁路治安秩序，保证铁路电力供应，加强铁路沿线山坡地的整治，对铁路线路和铁路桥梁、涵洞等设施的安全防护措施，以及对铁路道口等的安全防护措施、危险品运输等都做了明确规定。同时对铁路运输发生事故的处理也做了规定。铁路法的颁布施行，保证了铁路运输的正常秩序和安全。

2. 加强铁路基础建设

运输安全状况很不稳定的原因，从客观上看，20世纪90年代初中国尚没有一条全封闭的铁路，路网中

各条线路都是客货混跑，大干线上通过能力不足。在一定程度上也形成了对运输生产安全保证作用的先天不足，这个问题必须通过加大对铁路装备的投入，提高现代化水平来解决。主观上看，在当时的装备条件下，生产一线也存在着安全基础工作薄弱的问题，主要表现在以下几个方面：一是干部作风不实、基础管理薄弱；二是职工素质不高，违章违纪严重；三是行车设备失修，安全隐患严重；四是管理不协调，责任制不落实，规章制度不能随设备、作业条件变化及时修订；五是班组基础薄弱，有些工班长不称职，班组自我约束机制不健全，没有形成自控能力。

如此薄弱的安全基础对运输安全的稳定构成了严重的威胁。1993 年 12 月铁道部决定集中力量整顿。内容包括 5 个方面：一是整顿干部作风，要求以严肃的态度、严明的纪律解决干部中存在的形式主义和好人主义；二是整顿职工劳动纪律和作业纪律，狠刹不良风气，认真落实作业标准化；三是整顿规章制度，搞好与行车有关的规章制度的清理、完善和补充；四是提高设备质量，完善设备管理，确保行车设备安全可靠；五是整顿班组管理，加强班组建设，提高整体素质。

这次整顿，基本上用了 1994 年一年的时间。铁道部在一年之内召开了 7 次全路性的运输安全会议，其造成的声势，形成的压力和动力，在全路引起了相当大的震动。

一年的安全基础整顿，使安全基础工作得到加强，从而对运输安全的稳定发展起到了促进作用，对运输生产任务的完成发挥了较好的保证作用，也为以后加强安全基础工作积累了经验。比较起来，1994 年，仍是历史上事故比较少的年份之一，全路没有发生后果严重的旅客列车重大事故；险性事故和一般事故也比 1993 年有所下降；特别是“错办进路”“冒进信号”“车辆溜逸”险性事故和断轴、断轨严重事故有了明显减少；同时安全周期长的单位有所增加。

1994 年年底，中共铁道部党组经过调查和反复研究，认为把安全基础整顿转到安全基础建设上来的提法，更符合当时安全基础的实际情况。及时地把工作重点转移到建设上来，就是为了抓住基础不放，巩固和扩大整顿成果，解决深层次的问题，促进安全基础工作的深化和发展。

1995 年 1 月，铁道部向全路印发了《关于加强铁路运输安全基础建设的决定》，自此以后的两年中，全路广大干部职工在部党组的率领下，团结一致，艰苦奋战，在 5 万多公里的铁路线上，展开了一场规模空前、声势浩大、波澜壮阔的安全基础建设的伟大实践。铁道部把 1995 年作为安全基础建设全面推进的一年。在这一年里明确提出了“以围歼旅客列车事故为重点，以安全标准线建设为载体，全面加强安全基础”的总体思路。

1995 年 3 月 21 日至 23 日，全路运输安全工作会议暨全路安全标准线建设现场会在天津分局召开，会上天津分局介绍了“严在管理，志在创优”的建设安全标准线的经验。这次会议，吹响了全路以“建线”为载体，推动安全基础建设的会战号角。天津会议之后，铁道部下发了《关于围歼旅客列车事故的实施意见》，并制订了十大干线建设安全标准线实施方案，提出把京沪、京广、京哈、陇海四大干线作为十大干线建线的重中之重，首先在京沪线突破，并制订了“建线”初见成效的量化标准。

1996 年，是安全基础建设取得突破性进展的一年。由于两年来的整顿和建设，一些表层性的工作基础做完，需要做的是一些深层次、难度大的工作。铁道部在这一年年初，提出继续坚持安全基础建设的“目标不变，镜头不换，力度不减”，坚决实现运输安全工作新突破，当时提出的行车安全上的量化指标是：全路消灭旅客列车重大，大事故；其他重大、大事故一年不超过 10 件；每年实现一个安全百日。这一年安全基础建设的基本思路是：坚持以“围歼”为重点，以“建线”为载体，全面推进安全基础建设，巩固扩大“建线”成果，提高队伍素质和设备质量，强化落实机制，管理上档次，站段创全优。

从 1993 年底到 1996 年底，全路广大干部职工经过连续三年的艰苦奋战，安全基础建设取得了令人鼓舞的成果，四大干线初步建成安全标准示范线，六大干线建成了安全标准线，45 条干线也基本达标，全路的运输安全也取得了历史上的最好成绩。1995 年全路发生行车重大、大事故 19 件，险性事故 87 件，分别比 1994 年下降 44.1% 和 27.5%，实现了历史性的突破。

3. 依靠科学技术，加强企业改造

各铁路局在实际工作中从严格实行安全生产责任制入手，积极向科学管理转变。在安全管理上坚持改革，勇于探索，敢于创新，学习运用系统工程、控制论等现代化管理的基本理论和方法，指导安全生产活动，使其逐步走上科学管理的轨道。多数铁路局以消灭行车重大、大事故为目标，对安全生产实行了方针目标管理。各铁路局加大安全设施的投资费用，机车“三大件”装机率有了提高，并建立了相应的修、管、用制度，解决了行车安全上的一些重点问题。

根据历年的统计分析，机车冒进信号和车辆燃油、断轴惯性事故在行车重大、大事故中占有很大比重。为防止机车冒进信号造成列车冲突，从 20 世纪 60 年代即开始研制试用机车信号、自动停车装置和列车无线调度电话，简称“三项设备”，但进展迟缓。以前，列车运行只看地面显示的信号，常因地形、气候等影响，造成司机确认困难，威胁行车安全。机车信号与地面

信号显示一致，司机可以根据机车信号采取慢行或停车措施。当机车信号显示红灯而司机没有停车时，自动停车装置强迫列车停止前进。列车无线调度电话可使司机、车长、车站、调度所相互呼叫通话，及时通报情况。1978年把安装"三项设备"列为重点，限期使用，有力地增强了行车安全的保障。1985年与1979年相比，全路属于冒进信号造成的重大、大事故减少84.5%，险性事故减少44.1%。检查车辆运转轴温过去是用手摸，效率低，判断难以准确，常因漏检误检发生燃轴。20世纪70年代后期，大力推广使用红外线技术检测轴温，防止了大量车辆燃轴事故。到1985年末，在全路373个列检所安装使用了713台红外线探测仪，每天发现处理热轴故障700多件，为此获得了国家科技进步三等奖。

（三）化工安全

hechengan shengchan anquan

【合成氨生产安全】 氨（NH_3）常态下是有特殊气味的强刺激性气体，相对密度为0.597 1（空气=1），易燃，自燃点为651℃，能与空气形成爆炸性混合物（爆炸极限15.7%～27.4%）。氨气常温加压即可液化（临界压力11.4 MPa，临界温度132.5℃），沸点为-33.5℃、凝固点为-77.7℃。氨的水溶液称为氨水，呈碱性。

氨主要用途是生产氮肥，还用于生产硝酸、纯碱、化纤、塑料、橡胶、医药、染料和爆炸品，液氨可用作制冷剂。

生产工艺 合成氨生产所用原料有固体燃料（煤）、液体燃料（石油或其产品）、气体燃料（天然气、焦炉气、炼厂气）。以无烟煤为原料合成氨的生产总流程如下图。

合成氨的生产分为三部分：

造气——原（燃）料通入空气（氧气）和蒸汽，汽化成为水煤气（半水煤气），该粗原料气由氢气、氮气、二氧化碳、一氧化碳和少量硫化氢、氧气及粉尘组成，原料气经废热锅炉回收热量后存于气柜；

变换净化——气柜来的原料气通过电除尘器除去粉尘进入气压机加压，经脱硫（脱除硫化氢）、变换（将一氧化碳转化为氢和二氧化碳）、脱碳（吸收脱除二氧化碳）后，再次加压进入铜洗塔（用醋酸铜氨液）和碱洗塔（用苛性钠溶液）进一步除去原料气中的一氧化碳和二氧化碳（含量降至十万分之三以下），获得纯氢气和氢气混合气体；

合成——净化后的氢氮混合气（$H_2:N_2=3:1$）经压缩机加压至30～32 MPa进入合成塔，在铁触媒存在下高温合成为氨。

生产是在密封、高压、高温下连续进行的。

职业危害 合成氨生产的物料（易燃易爆、有毒）和工艺条件决定其具有极大固有危险性，事故统计表明，化工系统爆炸中毒事故最集中的就是合成氨生产。

爆炸——合成氨生产中的化学爆炸可归成三类。一是高温高压使可燃气体爆炸极限扩宽，气体物料一旦过氧（亦称透氧），极易在设备和管道内发生爆炸；二是高温高压气体物料从设备管线泄漏时会迅速膨胀与空气混合形成爆炸性混合物，遇到明火或因高流速物料与裂（喷）口处摩擦产生静电火花引起着火和空间爆炸；三是气压机等转动设备在高温下运行会使润滑油挥发裂解，在附近管道内造成积炭，可导致积炭燃烧或爆炸。

高温高压可加速设备金属材料发生蠕变、改变金相组织，还会加剧氢气、氮气对钢材的氢蚀及渗氮，加剧设备的疲劳腐蚀，使其机械强度减弱，引发物理爆炸。物理爆炸后往往接着发生化学爆炸。

中毒——合成氨生产中，液氨大规模事故性泄漏会形成低温云团引起大范围人群中毒，遇明火还会发生空间爆炸。一氧化碳、硫化氢的中毒频度和严重度则都是化工生产中最高的。

1. 一氧化碳

一氧化碳属血液窒息性气体，进入血液后与血红蛋白结合生成碳氧血红蛋白，使血液输氧能力降低，造成组织缺氧。急性一氧化碳中毒是吸入较多一氧化碳后引起的急性脑缺氧性疾病，以中枢神经系统的症状和体征为主。我国卫生标准规定的一氧化碳车间最高容许浓度为30 mg/m³。

2. 硫化氢

硫化氢是强烈的神经毒物，对黏膜有强烈刺激作用。它的全身毒作用是由于其抑制细胞色素氧化酶，阻断生物氧化过程，造成组织缺氧（内窒息）所致。我国卫生标准规定的硫化氢车间最高容许浓度为10 mg/m³。

3. 氨

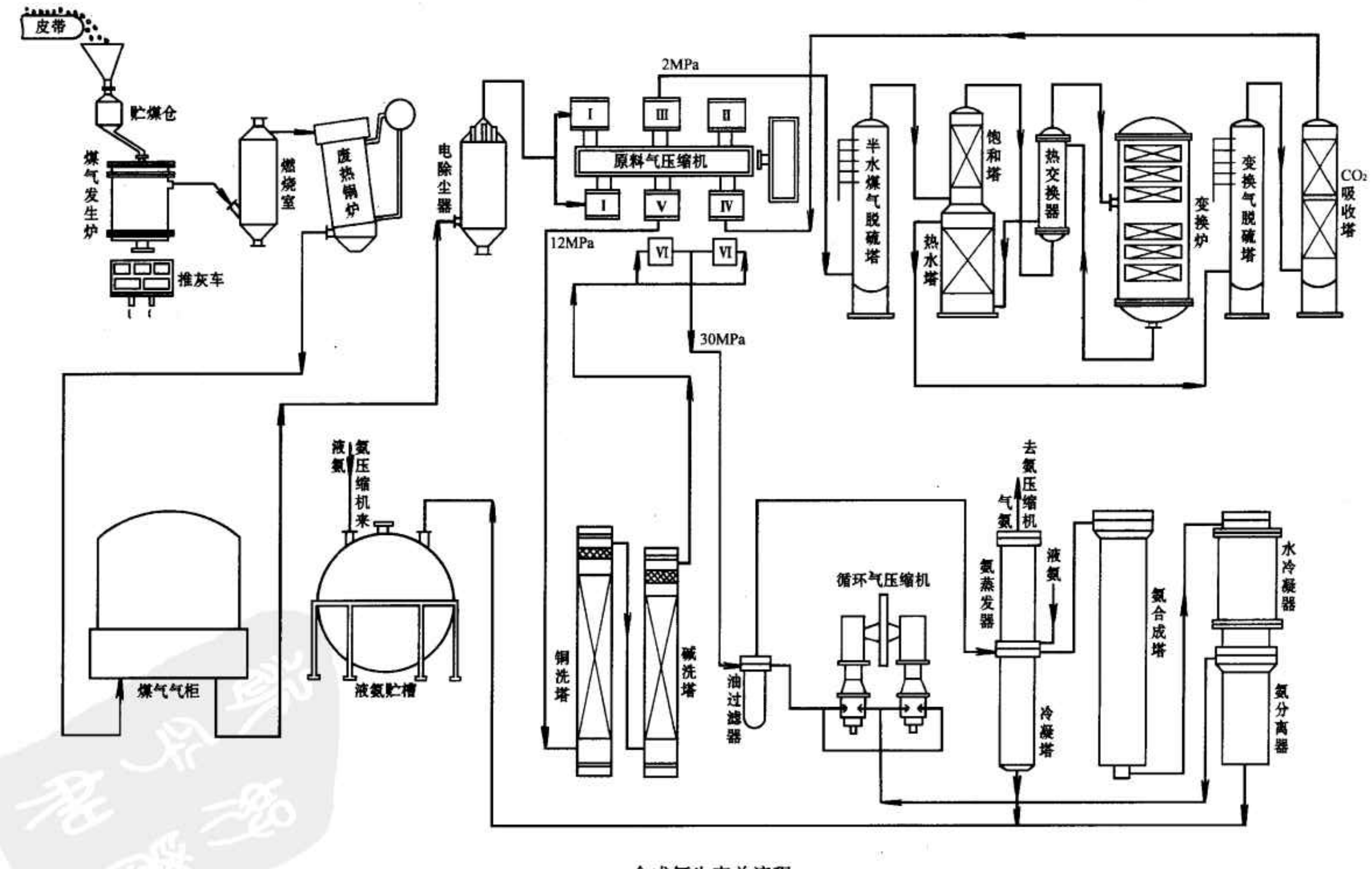
氨的毒性见"硝酸生产安全"。

合成氨生产还有噪声、腐蚀性液体灼伤等职业危害。

安全措施 合成氨企业通常都是重大危险源，要按国际公约和国家有关规定采取特殊控制措施，如安全检查、安全运行、安全评价、应急计划和安全报告制度等等，防止液氨、一氧化碳大规模泄漏引发社会灾难性事故。

1. 防止化学爆炸

（1）严防过氧（透氧）


皮带
贮煤仓
煤气发生炉
推灰车
燃烧室
废热锅炉
电除尘器
原料气压缩机
2MPa
12MPa
30MPa
半水煤气脱硫塔
饱和塔
热水塔
热交换器
变换炉
变换气脱硫塔
CO₂吸收塔
液氨
氨压缩机来
煤气气柜
液氨贮槽
铜洗塔
碱洗塔
油过滤器
循环气压缩机
去氨压缩机
气氨
氨蒸发器
液氨
冷凝塔
氨合成塔
水冷凝器
氨分离器

合成氨生产总流程

无论以煤还是以重油为原料造气，过氧都是引发设备管线内化学爆炸的关键因素。要控制煤气中氧含量不超过0.5%，当氧含量达到1%时，要立即停车处理。

用煤造气时控制过氧的主要措施是，煤入炉前要把大小块分开，使之燃烧均匀、完全而不产生风洞；炉温偏低时应延长吹风时间；确保自动机及其阀门控制正确灵敏，保证吹入气体的顺序正确；若吹入气体顺序错误或蒸汽中断，应立即将制气循环转入吹空气放空阶段，同时打开炉下安保蒸汽（亦称保压蒸汽），吹净蒸汽。

用重油造气时控制过氧的主要措施有，投料时炉温应在850 ℃以上，投料顺序为先蒸汽、次油、后氧气；操作中严禁油中带水并严格控制氧油比在0.8～0.9之间；必须装设在线氧含量分析报警仪（报警限设在含氧0.8%以下），同时还须装设油、氧、事故蒸汽、系统放空和氧气放空的联锁装置，设置过氧自动停车并自动打开放空联锁装置，以避免下游设备（尤其是洗涤塔）过氧爆炸；严防供油中断。

（2）严防物料互窜

用煤造气须严防煤气窜入鼓风机系统（常发生在鼓风机突然停电停机时）形成爆炸性混合物，鼓风机开机前必须置换分析以防鼓风机和空气支管、总管爆炸。

用重油造气时，若氧压机停车则氧气管道压力下降，高温煤气会倒窜入氧气管道引发爆炸，所以氧气管道要装设压力报警器、止逆阀和自动加氧装置。为防止氧气窜入氮气系统发生爆炸，亦应装设可靠的止逆装置。

在变换净化部分，要严防下游气体（其氢气含量已大大提高）倒窜回上游，因而要装设必要的液封、放空、止逆等装置；严防脱硫塔、脱碳塔、铜洗塔、碱洗塔发生泛液和出口气体带液，这会造成高压机液击，甚至引起恶性爆炸。为此应精心控制气体流速、精心控制塔中液位，同时保证液位计灵敏可靠、防备出现假液位。

（3）防止可燃气体物料泄入空气引发空间爆炸，应合理布点装设在线可燃气体监测报警器，及时发现泄漏及时处理，保证液封和安全放空设施功能正常。

2. 防止物理爆炸

关键是保证设备、管线（尤其是弯管、弯头）、接头的机械强度和密封，一定要定期检验和检修。严禁带病运转。贮罐、气柜物理爆裂会引起大规模泄漏，应大范围（包括厂外）禁火禁电、疏散人群。

3. 中毒和噪声控制

（1）作业现场应合理布点装设一氧化碳、硫化氢、氨的监测报警器；有条件的企业应建设事故氨吸收处理系统，设气防站。对这些气体可能出现的场所，必须施行监护作业，携带便携式气体检测器，配备送风式或自给式呼吸器。

（2）噪声超标岗位应采取减振、隔声、消声等降噪措施，难以达标的岗位应为职工提供耳罩、耳塞或护耳器等防护用品。

（3）变换净化岗位可适当设置洗眼器或水淋洗设施。

4. 检修安全

检修期间是爆炸、中毒事故发生最集中的时间，除做好周密的安全检查之外，必须严格遵守进塔入罐、动火、高处作业等的安全规定。严禁无证作业。

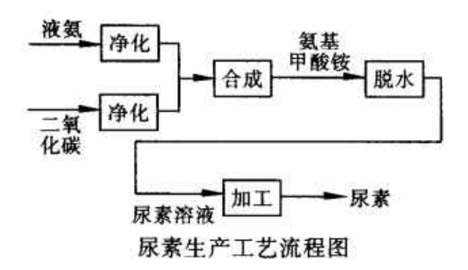
danfei shengchan anquan

【氮肥生产安全】 氮肥是含有氮素的化学肥料，是化肥的主要品种。

现代化氮肥生产主要由氨加工制得，一般氮肥生产与合成氨配套建成。关于合成氨的生产安全见“合成氨生产安全”。

生产方法 除氨以外，氮肥主要品种是尿素、硝酸铵、碳酸氢铵，生产方法如下：

1. 尿素。尿素是以合成氨生产的液氨和副产品二氧化碳为原料，在高温高压下合成的产物。尿素生产的工艺流程如下图所示：



尿素生产工艺流程图

2. 硝酸铵。向45%～55%的稀硝酸中通入氨气进行中和反应即得到硝酸铵水溶液，经处理得到硝酸铵成品。

3. 碳酸氢铵。浓氨水与二氧化碳在碳化塔副塔逆流接触生成碳化氨水，碳化氨水从碳化塔主塔顶部进入与二氧化碳逆流接触，生成碳酸氢铵晶浆液，经加工处理制得碳酸氢铵。

职业危害

1. 尿素生产从合成塔顶部放出的含有二氧化碳、氨、氧、氢等的尾气是爆炸性混合气体，要在高压洗涤器内洗涤吸收其中的氨和二氧化碳。洗涤后的尾气保持氨含量50%以上、氧含量0.5%以下，放空。

2. 硝酸铵是强氧化剂，与还原剂、有机物、易燃物如硫、磷或金属粉末等混合可形成爆炸性混合物。受强烈震动，或急剧加热时可发生爆炸。遇可燃物着火时，能助长火势。硝酸铵可经呼吸道、食道、皮肤进入人体，对呼吸道、眼及皮肤有刺激性。

预防措施

1. 控制尿素合成塔入塔二氧化碳氧含量；放空尾

气可充入蒸汽等惰性气体，使氢气含量在爆炸极限以下；由于尿素的强腐蚀性，要经常检漏，发现问题及时解决；严格控制合成塔塔顶、底温度，塔顶温度严禁超过190 ℃。

2. 硝酸铵成品不准混入还原剂、有机物、易燃物或金属粉末，也不得与这些物质混合贮存；避免高温，要轻搬轻放减少震动。

3. 氮肥生产中要严格按工艺要求精心操作。

lüqi shengchan anquan

【氯气生产安全】 氯(Cl)是化学元素之一。通常所说的氯，是指分子氯(Cl_2)而言的，分子氯由约76%的氯—35和24%的氯—37构成。气态氯称为氯气，液态氯称为液氯。氯是最重要的基本化工原料之一，用途极广。

生产工艺 氯的工业生产方法是电解食盐水。当前流行的工艺是隔膜法电解和离子膜法电解。原盐经溶解、沉降分离出杂质并制成饱和精盐水，通入隔膜电解槽(或离子膜电解槽)，在直流电作用下发生电解，在槽的阳极室生成氯气，阴极室内生成碱液和氢气(见图1隔膜法盐水电解工艺流程图)，生产是连续进行的。

由于氯气输送贮存困难，而氯气易于液化，液氯贮存和长程运输又比氯气方便得多，所以液氯常以很大规模生产，有低压、中压、高压三种液化工艺(见图2液氯生产工艺流程图)。

职业危害 液氯的沸点是-33.97℃，氯气的相对密度是2.485(空气=1)。因此，液氯一旦大量泄漏，会迅速蒸发形成低温氯气云团并低空漂移、扩散，对人和环境产生灾难性的后果。

中毒——中毒是氯气生产最主要的职业危害。氯气是强烈刺激性气体，属高毒类。我国卫生标准规定的最高容许浓度为1 mg/m³。氯气对人有急性毒性和慢性影响，但未见致畸、致突变和致癌的报道。人对氯耐受的个体差异主要反映在低浓度阶段，高浓度长时间接触无一例外地会造成严重伤亡。

氯气的急性毒性：眼及上呼吸道刺激反应一般于24小时内消退；轻度中毒主要表现为支气管炎或支气管周围炎；中度中毒可有支气管肺炎、间质性肺水肿或局限的肺泡性肺水肿；重度中毒则引起广泛、弥漫性肺炎或肺泡性肺水肿、咯大量白色或粉红色泡沫痰、呼吸困难、明显紫绀、窒息、昏迷可出现气胸、纵膈气肿等并发症，甚至猝死。氯气对人的急性毒性见下表。

氯在空气中的浓度		反应
mg/m³	1×10^{-6}	
3 000	1 000	深吸少许可能危及生命
300	100	可能造成致命性损害
120~180	40~60	接触30~60 min可能引起严重损害
90	30	引起剧咳
18	6	刺激咽喉
3~9	1~3	有明显气味，刺激眼、鼻
0.06	0.02	嗅觉阈浓度

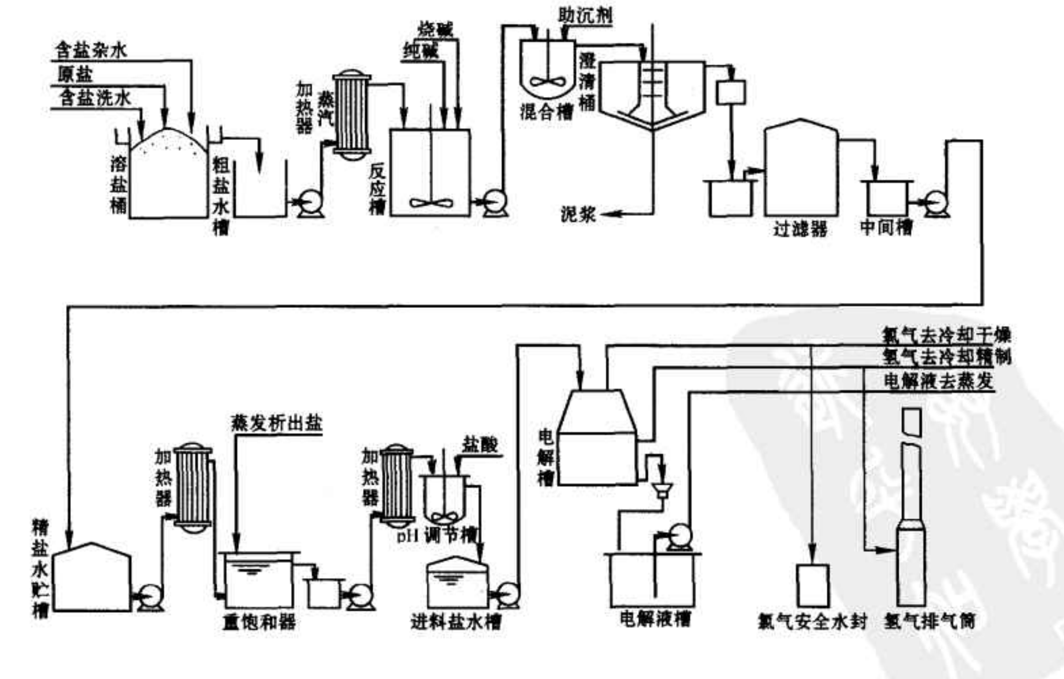


图1 隔膜法盐水电解工艺流程

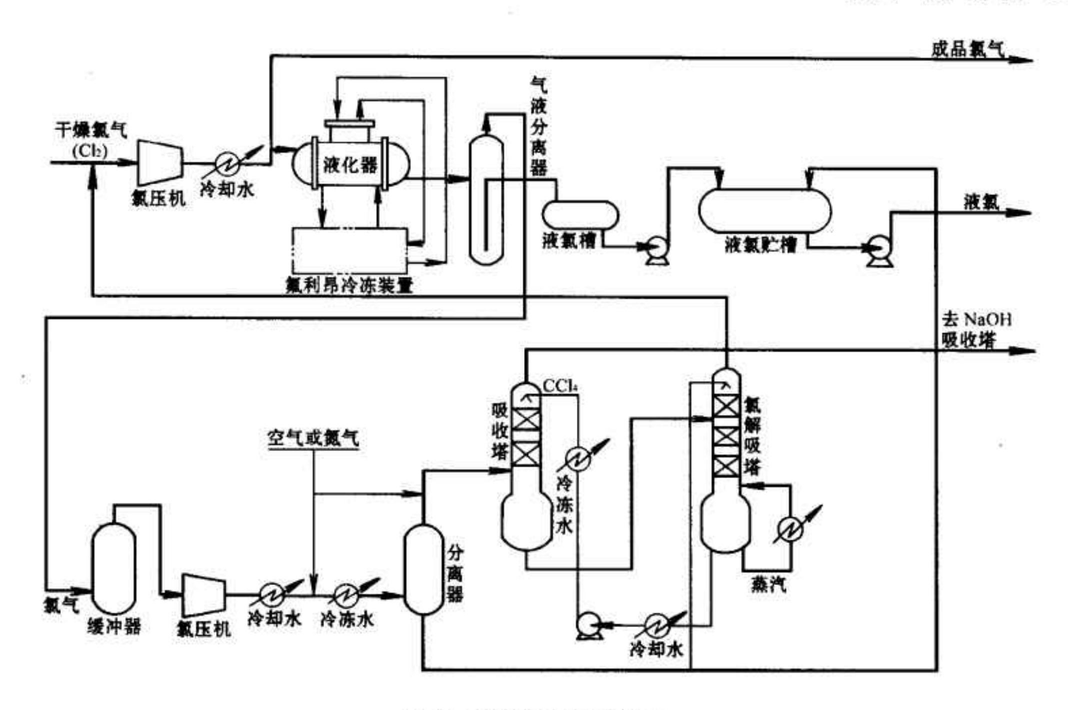


图2　液氯生产工艺流程

氯气的慢性影响：在含氯不高于7.5 mg/m^{3}的大气环境中长期工作，一部分人中可有早期气道阻塞性病变倾向，慢性支气管炎发病增加；个别人中可有哮喘发作、肺气肿、神经衰弱综合征或伴有胃炎症状，但无生命危险，也不会因而升高死亡率；皮肤暴露部位可有灼热发痒感，往往发生氯痤疮；有的还可发生牙齿酸蚀症。

爆炸——在空气中氯不会自行燃烧、爆炸，但它是强氧化剂，像氧一样可以助燃。还原性气体和许多有机物都可以与氯发生剧烈反应，失控时就会爆炸；以往事故表明，液氯生产中的物理爆炸应予以重视，它多因设备缺陷和超量充装造成设备崩裂而引起；另外，由于原盐、水和其他生产原料含氮（尤其是氨和铵盐），生产过程中可转化成三氯化氮，在其浓度和其他条件适合情况下也会发生强烈分解爆炸。各种爆炸往往引发氯的大量泄漏。

安全措施　氯气生产企业必须严格执行《氯气安全规程》以及压力容器、气瓶、铁路槽车等有关氯生产贮运方面的法规和标准。此外，还应采取以下安全措施。

1. 重点预防大规模突发性液氯泄漏

企业氯存在量20 t以上时，应作为重大危险源对待，要按国际公约和国家有关规定采取特殊的安全措施，如安全检查、安全运行、安全评价、应急计划和安全报告制度等等。

2. 预防化学爆炸

（1）为防止三氯化氮大量形成和积蓄，必须严格控制精盐水总铵量低于4 mg/L，氯气干燥工序所用冷却水不含铵，液氯中三氯化氮含量低于 50×10^{-6}，与液氯有关的设备应定时排污且排污液内三氯化氮含量必须低于60 g/L，否则应采取紧急处理措施。有条件的企业最好增设三氯化氮破坏装置。

（2）关于电解后的氯、氢输送防爆，应控制电解单槽氯中含氢不超过1%，氯总管氯中含氢不得超过0.5%，氢气总管氢纯度必须保持在98%以上且保持正压运行以严防空气窜（渗）入。为此，应在氯和氢的输送管线装设具有报警功能的防爆型压力和组成监控仪表；氢、氯输送系统均应使用防倒窜的单向阀；输送设备和管线保持良好的接地，接地电阻应小于100 Ω，防止静电积蓄引爆。

（3）在向液氯钢瓶中灌装液氯之前，钢瓶内一般存有残液（氯），在灌装前必须分析残液成分，有疑问时严禁灌装，必须抽空清洗之后方可灌装。

3. 预防物理爆炸

（1）氯气干燥工序中，降低温度可提高干燥效率，但冷却温度不得低于12℃，以防止形成 $Cl_2\cdot8H_2O$ 结晶堵塞管道，造成憋压。

（2）液氯工序中，液氯充装压力均不得超过1.1 MPa（表压）；采用液氯汽化压送法充装时，不准用蒸汽加热液氯汽化器，只准用热水；严禁超装，规定任何容器（贮罐、钢瓶、槽车计量槽、汽化器）充装量不得超过1.25 kg/L，留出可压缩（膨胀）空间。若容器被液氯充满且无法卸压时，温升每上升1℃，压力约上升

1 MPa,必然引起物理爆炸。

(3)液氯贮罐、计量槽要有良好的保温措施,必须装设有超限报警功能的压力表、液位计、温度计和灵敏可靠的安全阀。

4. 防毒

注意力应集中在现场氯跑、冒、滴、漏以及事故(含未遂事故)氯处理系统。

(1)培训职工学会氯中毒的自我保护及互救知识。

(2)不符合设计规范要求和有质量缺陷的设备(含管件阀门)严禁用于生产。

(3)应在电解、氯气干燥、液化、充装岗位合理布点安装氯气监测报警仪,现场要通风良好,备有氯吸收池(10%液碱池)、眼和皮肤水喷淋设施、送风式或自给式呼吸器以及急救箱,有条件的企业应设气防站。

(4)大型氯碱企业最好增设事故氯处理系统,将氯总管、液氯贮罐及其安全阀通过缓冲罐与可以吸收氯的液碱喷淋塔相连,紧急状况下可自动启动,平时可以起到平衡氯总管压力等安全生产控制作用。该系统可以实现远程计算机管理和控制。

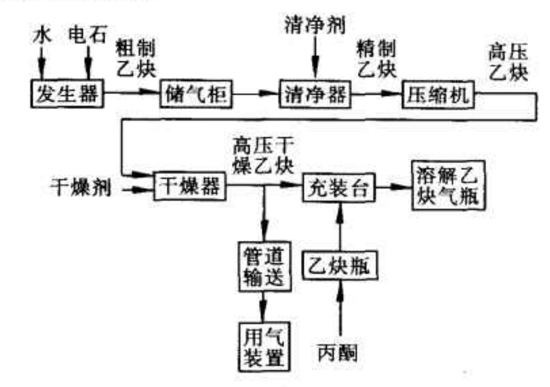
yique shengchan anquan

【乙炔生产安全】 乙炔,俗名电石气。它是不饱和的碳氢化合物。无色气体。工业乙炔因含有杂质(磷化氢)而具有特殊的刺激性气味。气体相对密度 0.91(空气 = 1)。液体相对密度 0.6181(-82℃)。稍溶于水,溶于乙醇,易溶于丙酮。乙炔的化学性质活泼,能起加成反应,容易聚合。乙炔在氧中燃烧可产生高温(3 500℃)和强光。

乙炔是易燃气体,可与空气形成爆炸性混合物,爆炸极限为 2.55% ~ 80.00%(体积)。当压力超过 0.15 MPa时很易发生爆炸。乙炔的点火能很小,其最小点火能为0.02 mJ。

最常见的乙炔—氧焰,用于金属的切割、焊接及金属表面喷镀。乙炔还作为石油化工的原料,用来制造聚氯乙烯、氯丁橡胶、醋酸、醋酸乙烯酯等。

工业上制取乙炔的方法很多。如电石法、甲烷裂解法、烃类裂解法等。我国目前主要采用电石法生产乙炔。电石法生产乙炔按电石和水接触的方式分类,可分为电石入水式(又称湿式)、水入电石式(又称干式)和排水式三种,国内目前以电石入水式居多。从节约能源,提高电石利用率、减少污染并有利于安全管理的角度看,溶解乙炔气瓶与移动式乙炔发生器相比有较大的优越性,我国正推广使用溶解乙炔气瓶。电石法生产乙炔工艺如图所示。加入到发生器中的电石和水反应生成乙炔气,生产的粗制乙炔气经气液分离后进入气柜储存,气柜内的乙炔除去硫化氢、磷化氢等杂质后成为精制乙炔,再除去水分后进入压缩机,加压至2.5 MPa的乙炔气再经除油和除水后送至用气装置或乙炔充装台。



电石法生产乙炔工艺流程图

职业危害 乙炔的爆炸极限范围很宽,最小点火能的数值很小,因此极易引起燃烧、爆炸。

乙炔与空气或氧形成爆炸性混合物。与氯和氟也发生爆炸性反应。乙炔含磷化氢越过 0.15%时,遇空气容易自燃。

乙炔聚合时放出热量,温度越高,聚合速度越快,如不加以控制,会因温度过高而发生乙炔分解爆炸反应。一般物质分解时是吸热的,而乙炔分解时却是放热的。

常压乙炔一般不会分解,加压乙炔则极易分解。压力越高,越容易发生分解、爆炸,且分解温度随压力的升高而迅速下降。

乙炔与多种金属接触能生成危险的金属炔化物。在一定条件下生成的乙炔银、乙炔铜或乙炔汞等,受到撞击、摩擦或在干燥状态下升温都可导致强烈的分解、爆炸。

乙炔具有弱麻醉作用。高浓度吸入可引起单纯窒息。暴露于20%浓度(乙炔)时,出现明显缺氧症状;吸入高浓度时,初期兴奋、多语、哭笑不安,后出现眩晕、头痛、恶心、呕吐、嗜睡;严重者昏迷、紫绀、瞳孔对光反应消失、脉弱而不齐。当混有磷化氢时,毒性增大。

预防措施:

1. 预防火灾、爆炸事故

(1)生产区域应保持干燥,通风良好,并避免阳光直射。

(2)按防爆规定配置电气设备及照明设施等,严格控制明火及其他火种。

(3)按规范设置安全阀、单向阀、水封及阻火器等安全装置,并应保持完好。

(4)要用惰性介质(如氮气)置换设备和管道,所有设备死角及管道末端均应有单独排放口,排放气体经分析含氧量小于3%时,方为合格。

(5)为防止生成有爆炸危险的乙炔铜、乙炔汞等,乙炔发生器上的附件及与乙炔接触的计量仪器、测温

筒、自动控制设备等其含铜量都不得超过70%。为防止水银温度计破裂后，将有汞流出与乙炔生成乙炔汞，因此禁止使用水银温度计。

(6)采用电石法生产乙炔时，要严格控制电石加料量和电石的粒度，防止超压。加料过多过快，会使电石与水反应生成的乙炔量急剧增加；电石粒度过小，与水的接触面积增大，反应剧烈，容易引起局部过热而发生意外。

(7)乙炔发生器顶部的储料斗及顶盖等处应内衬铝或橡皮，要经常检查，若发现脱落应及时修补，以防铁器之间碰撞产生火花。向敞开式发生器投入电石时，勿使电石投入过剩，并防止电石碰到入口金属部分，以防产生火花。要使用专用工具，动作要轻、要慢。

(8)向乙炔发生器加料中加装电石时，应先通氮气充分置换，彻底除净料斗中的乙炔后，才能打开顶盖加料。

(9)严格控制乙炔发生器的工作压力和温度。既要防止压力过高，也要避免出现负压，以免空气漏入。发生器工作温度过高虽能使反应速度加快，减少耗水量，但会给生产带来不安全因素，发生器反应温度一般应控制在70℃左右，不应超过80℃。

(10)乙炔发生器排渣时，容易将乙炔带出。如排渣太快，发生器容易形成负压，吸入空气，形成爆炸性混合物。可在排渣管路上安设两个阀门，以有效控制排渣速度。排渣管发生堵塞可用水冲洗，严禁使用金属工具通凿。

(11)乙炔储气柜的设计应严格执行《建筑设计规范》和《乙炔站设计规范》的要求。

(12)由于高压乙炔有易分解的特性，所以乙炔压缩有其专用压缩机，不能用其他压缩机替代。防止负压和防止高压的限压装置及其他安全装置要齐备。

(13)乙炔压缩机开车前，应对整个系统用氮气吹扫，使系统内的含氧量小于3%。要确保压缩系统的密封，使压缩机既不会有乙炔逸出，也不会漏入空气。

(14)干燥处理后的乙炔，含水量很低，其危险性比干燥前增大，充装气瓶和使用时应注意安全。

(15)灌装乙炔前，应对乙炔气瓶认真检查。初次灌装时，应用乙炔气置换，直至瓶内乙炔浓度大于98%为止。

(16)灌瓶时，乙炔溶解于气瓶内的丙酮溶剂中是放热过程，溶解1 kg乙炔约产生热量545 kJ。必须严格执行最大灌装量和温度、压力控制标准。乙炔气瓶的充装容积流速应尽量小于0.6 $m^3/(h \cdot 瓶)$。

(17)灌装后的乙炔气瓶必须用肥皂水逐个检查瓶阀和易融合金的气密性。灌装后必须静置8 h以上，并按国家标准检验乙炔质量，合格后方可出厂。

(18)乙炔钢瓶在运输时，应避免强烈冲击和碰撞，严禁摔、砸、滚、抛。

2. 预防中毒

乙炔虽然无毒，但含杂质的乙炔可危害健康。所以应对乙炔的成分加以检验。一般不要求使用呼吸防护用品，但当设备发生故障时会迅速出现高浓度乙炔，这时应备有自给式呼吸保护器，以供急救之用。

如接触乙炔后出现症状，则应将患者移至无污染的新鲜空气处。如呼吸已经停止，则须进行人工呼吸，特别是乙炔从发生器逸出时，应考虑急性磷化氢中毒的可能。

yangqi shengchan anquan

【氧气生产安全】 氧(O_2)是一种无色、无嗅、无味的气体。分子量为32。相对密度为1.429(空气=1)。熔点为-218.4℃。沸点为-183℃。能被液化和固化。液氧呈天蓝色。略溶于水。在常温时不很活泼，对许多物质不易发生作用；但在高温时则很活泼，能与多种元素直接化合。助燃物质。

氧是生物赖以生存的物质。它在工业生产中应用很广。乙炔—氧焰用于金属的焊接和切割，在冶金工业中，氧被用于钢铁熔炼、轧钢和有色金属提炼。在医疗和深入作业中都大量用到氧。

现代工业采用深冷分离法制取氧气。按其生产工艺中压缩空气的压力分为：高压流程、中压流程、双压流程及全低压流程4种。虽然各种流程采用的空气分离设备(制氧机)有所不同，但制氧过程大致包括6个阶段：(1)空气净化；(2)空气压缩；(3)压缩空气中二氧化碳和水蒸气的清除；(4)空气液化；(5)轻馏分离成氧和氮；(6)产品的储存和运输。

空气分离(全低压)流程：如图所示。空气经过滤后进入压缩机压缩到0.5~0.6 MPa后，分成两路，分别进入氧蓄冷器和氮蓄冷器。冷却后一部分空气送至二氧化碳吸附器、透平膨胀机，由精馏塔上部入塔。冷却后的大部分空气由塔下部进入。由精馏塔主蒸发器下部出来的氧气(分离出其中的液态空气和液态氮后)，在氧蓄冷器中与空气换热后即成为成品氧。由精馏塔顶部出来的纯氮，经空气过冷器后，再经氮蓄冷器被空气加热到常温，即成为成品导出。成品氧进入气柜，再经压缩后充入氧气瓶或直接送至氧气用户。

职业危害 制氧工艺的特征是高压、低温、易燃、易爆。主要危险是火灾、爆炸，此外也会发生缺氧窒息事故。

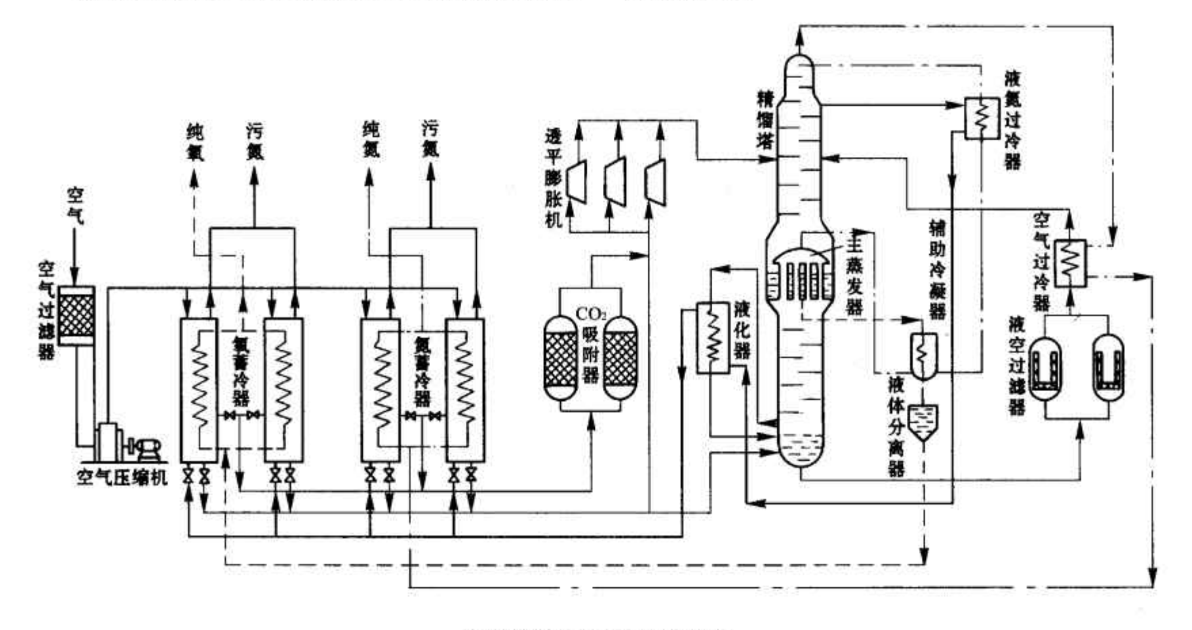
1. 空分装置的火灾、爆炸危险是最大的威胁

空气压缩机轴瓦、排气管道和设备等处是压缩过程中火灾、爆炸事故多发部位。主要原因是：①冷却水中断或供应量不足；②润滑油中断或供油量不足；③排气管道的积炭氧化自燃。其中积炭氧化自燃情况复杂，危险性又特别大，必须引起重视。

精馏塔爆炸事故大多发生在高压、中压或双压冷冻循环制氧装置和大型全低压制氧装置的冷凝蒸发部位；在下管板、上管板、管束与冷凝器壳体之间也容易发生爆炸。发生爆炸的基本原因是液氧中积聚了过量的易燃易爆物，主要是乙炔等碳氢化合物、润滑油热裂解的轻馏分。

2. 氧气系统（氧气压缩机、氧气管道、氧气瓶）的着火爆炸

氧气压缩机发生火灾爆炸的主要部位是汽缸部分。由于汽缸内温度过高，使皮碗或密封件发生分解产生可燃气体，与氧混合易燃烧爆炸。当汽缸内进入铁屑时会因摩擦或撞击产生火花，促使爆炸事故的发生。活塞杆填料密封处，如果装配不良或磨损严重时，常会造成油封漏油、气封漏气，遇高温或活塞杆摩擦产生的火花，也会引起燃烧爆炸。此外，在管道特别是管道拐弯处和阀门处，也会引起燃烧爆炸事故。其原因是铁锈在高速氧吹刷下与钢管发生摩擦易起火，或者是静电起火。



空气分离（全低压）流程图

液氧泵的爆炸事故大致分两种：一种是泵体内爆炸，主要是铁屑、铝末等杂质进入泵内所致；另一种是泵体外爆炸，主要是泄漏和氧引起的。

输氧管道和阀门发生燃烧、爆炸的原因有：氧气管道内的铁锈、焊渣等杂质会因与管壁等摩擦、碰撞，产生高温易燃烧；油脂、橡胶等可燃物，在高纯度和高压力的氧流中会迅速燃烧；氧气管道中阀门前后压力差很大，当阀门急剧打开时，阀后气体温度可高达955℃，这个温度接近几种常见金属的熔点；氧气管道的气流出口或调节阀处会产生静电。

灌装氧气时，会因接触油脂等可燃物、灌装速度过快引起的静电及灌装后关闭阀门时机械摩擦产生的火花易引起火灾、爆炸。

基于氧气的性质，氧气储存设备、液氧储罐及氧气瓶均有发生火灾、爆炸的危险。

3. 缺氧窒息

缺氧窒息事故主要发生在设备检修过程中，常常是氮气等的泄漏和窜气造成的。

预防措施

1. 空分系统的防火防爆措施

(1)合理选择厂址，避免原料空气污染；

(2)采用有效的净化工艺和设备，除去空气中的乙炔及碳氢化合物等；

(3)及时化验分析，严格控制液氧中的乙炔、碳氢化合物的含量；

(4)通过设置液态空气吸附器及液态氧吸附器、及时排放液氧、定期对设备内部进行局部或全部加热清洗等措施，防止乙炔和碳氢化合物的积聚；

(5)空分装置保冷箱内的设备、管道应有可靠的接地；

(6)空气压缩机、膨胀机尽可能采用无油润滑；

(7)空气压缩机的冷却要充分，润滑要适当，以避免积炭；

(8)各种安全装置、仪表完好。

2. 氧气系统的防火防爆措施

(1)氧气压缩机采用无油润滑；

（2）凡与压缩氧气接触的零部件，装入前必须严格脱脂去油、用四氯化碳清洗干净；

（3）采取各种措施，防止压缩氧气接触油类；

（4）做好设备维护，保持各密封装置运行可靠；

（5）防止铁锈、焊渣等杂物进人系统；

（6）控制氧气流速；

（7）灌装氧气时要认真检查，凡沾有油脂、气瓶余压小于0.05MPa时，不得灌装；开启阀门要缓慢，以减轻气流冲击和摩擦；不得超压充装。

3. 防止缺氧窒息

（1）检修设备前对设备、管道用空气置换，并在氮气管道上加盲板；

（2）检修前作气体分析，氧含量等合格后方可进设备内作业；

（3）如发现缺氧症状人员，应立即转移至新鲜空气处；对失去知觉或不能正常呼吸者，要及时输氧或送至高压氧舱治疗。

tanhei shengchan anquan

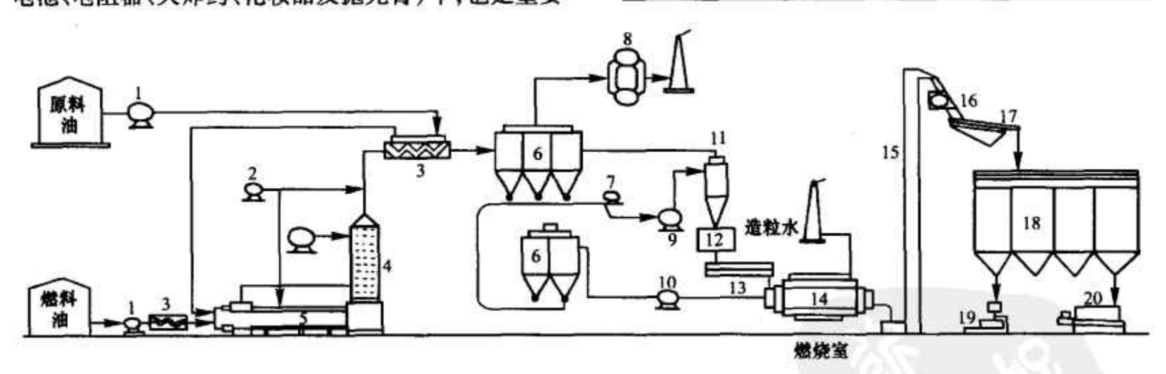
【炭黑生产安全】 炭黑是烃类在严格控制的工艺条件下经气相不完全燃烧或热解而成的黑色粉末状物质。相对密度 1.8～2.1。其主要成分是元素碳，并含有少量氧、氢和硫等。不溶于各种溶剂。

炭黑主要用作橡胶的补强剂和填料，其消耗量约为橡胶消耗量的一半。橡胶用炭黑约占炭黑总量的94%。炭黑也用作油墨、涂料和塑料的着色剂及塑料制品的紫外光屏蔽剂。在许多其他制品（如电极、干电池、电阻器、火炸药、化妆品及抛光膏）中，也是重要的基料和助剂。

从化学反应的观点来看，炭黑生产方法基本上分为烃类的不完全燃烧和烃类热分解两大类。其差异主要在于有氧和无氧条件。不完全燃烧过程，是重要的生产方法。不完全燃烧和热分解的生产方法和原料特性见下表。油炉法能生产出各种性能的炭黑，与此同时，由于天然气价格上涨及环境污染问题，槽黑法产量急剧下降，油炉法成为当今效率最高、能耗最少的生产方式。如图所示是油炉法炭黑生产流程。原料油经预热后喷入或注入高温气流中，在反应器中生成炭黑。这些炭黑悬浮在燃余气中，形成烟气。从反应器适当位置喷入急冷水，以终止反应。急冷后的烟气，通过空气预热器和油预热器，送入袋滤器中。袋滤器中收集的炭黑，由气力输送系统送入湿法造粒机中。湿的粒状炭黑在回转式干燥器中干燥，然后送入贮罐，以散装或袋装方式运输。

生产方法分类和原料特性

	不完全燃烧			热分解	
	湍流火焰		扩散火焰	间歇式	连续式
生产方法	油炉法 气炉法	灯烟法	槽法 （滚筒法、混气法）	热裂法	乙炔法
原料类型	煤焦油或石油系芳烃、天然气	煤焦油或石油系芳烃油	天然气、煤焦油	天然气	乙炔气



油炉法炭黑生产流程

1—油泵　2—水泵　3—油预热器　4—空气预热器　5—反应炉　6—袋滤器　7—粉碎机　8—锅炉　9—送风机　10—风机　11—旋风分离器　12—贮罐　13—造粒机　14—干燥机　15—斗式提升机　16—磁选机　17—振动筛　18—成品料仓　19—包装机　20—散装槽车

职业危害

1. 尘毒危害

（1）在炭黑生产过程中，由于炭黑密度小、颗粒小，很容易悬浮于车间空气中。根据对车间空气中炭黑粉尘分散度的测定，小于2 μm的占70%～80%；小于5 μm的达90%以上。所以在炭黑造粒、包装、输送等生产过程及使用过程中，均有可能发生炭黑尘肺，成为危害工人健康的重要因素。1974 年，中国卫生部已将炭黑尘肺列入职业病范围。炭黑尘肺临床表现较轻，主要有气急、胸痛、咳嗽、咯痰。进展比较缓慢，一

般不影响劳动能力。

(2)炭黑烟尘中还含有一些有毒气体,如一氧化碳、硫化氢、二氧化硫等,如发生泄漏或在检修时,也容易发生中毒事故。

2. 火灾操作危险

(1)炭黑生产中空气鼓风机突然停机,油泵继续供油会使过多的油喷人反应器中,使油受热汽化而不能裂解,急剧燃烧引起爆炸。

(2)在袋滤器的箱体内温度较高(一般为280 ℃),当滤袋表面静电较强而又常沉积一些炭黑粉末时,在过剩氧大于10%情况下,容易发生自燃引起爆炸。

(3)箱体内烟尘中还含有较多可燃气体(如一氧化碳、氢气等),若高温烟尘中夹带有火种时,也容易引起爆炸。

(4)据IMCO(国际海事组织)确认,炭黑在低于140 ℃的空气中确实不会自燃,当炭黑在空气中着火时,呈缓慢无焰燃烧。与煤尘不同,炭黑粉尘在正常下不会发生爆炸。然而,在特别高能的自燃源存在下,如瓦斯爆炸时,可能会在空气中引发炭尘二次爆炸。

预防措施

1. 加强设备检修,消除跑、冒、滴、漏,防止炭黑粉尘飞扬。

2. 炭黑生产设备密闭化,装设换气装置和一氧化碳报警仪,以防发生人身事故。

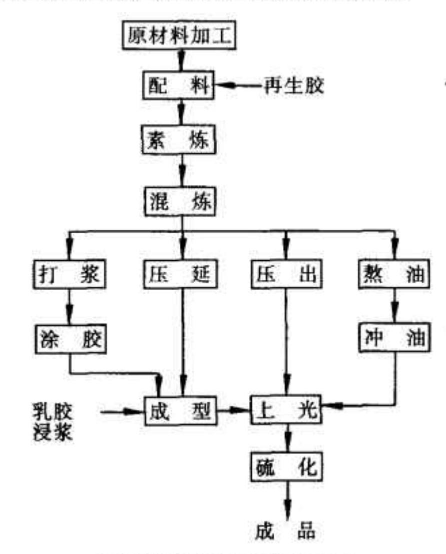
3. 当整垛袋装炭黑着火时,应迅速拆出一道隔离道,防止火势蔓延。炭黑着火时放出一氧化碳,在通风不良的仓库内灭火时,要注意预防一氧化碳中毒。

4. 为防止火灾、爆炸,应当采用以下措施:炭黑生产中停风时必须立即停止供油;停止供油时也必须及时停风;应强化急冷或喷水降温措施以熄灭烟尘中的火种;及时清理袋滤器箱体花板上积存的炭黑;袋滤器箱体应加强密封以防止泄漏。

xiangjiao zhipin shengchan anquan

【橡胶制品生产安全】 橡胶制品是以橡胶为基本原料,加入炭黑、促进剂、防老剂等配合剂和骨架材料,经过物理和化学加工而制成。按用途大体可分为:轮胎、胶带、胶管、工业橡胶制品、胶布制品、胶鞋及文体卫生用品。其中,轮胎耗胶量最大,工业发达国家轮胎耗胶约占总生胶耗量的50%以上。迄今,数以万计的橡胶制品广泛应用于交通运输、工农业生产、国防、科研及人民生活等各个方面。

各种橡胶制品的生产工艺流程大致相同,如图所示,不同产品,其流程略有增删。将经过加工的各种生胶、配合剂按照比例配好料以后,通过塑炼降低生胶分子量和黏度以提高其可塑料性,并获得适当的流动性。混炼是指在开炼机或密炼机上使生胶与混合剂均匀混合的过程。混炼后得到的混炼胶,通过压延机制成一定厚度的胶片或织物涂胶层;通过压出机对胶料加热与塑化,借助于口型压出不同断面的半成品;在打浆工序,在生胶或混炼胶中加入溶剂汽油搅拌制成胶浆,然后用手工或机械方法将胶浆涂在骨架材料上。成型工序是将所有原材料和半成品进行总成的工段,包括裁断、贴合等过程。成型之后的半成品在硫化罐(机)硫化,硫黄与橡胶在促进剂的作用下起化合作用,使橡胶分子由线型结构转变成网状结构,制得成品。



橡胶制品生产工艺流程图

职业危害 橡胶加工生产工序多、机械设备繁杂,手工操作多,机械化、自动化水平较低,劳动条件较为恶劣,存在着多种事故隐患。据统计,我国橡胶行业从20世纪50年代初到20世纪80年代初共发生重伤、死亡事故2 000起以上,其中属于机械伤害事故的约占70%。表1给出了建国以来橡胶行业机械伤害事故与火灾爆炸事故造成的伤亡人数、死亡人数的统计数据,由表不难看出:在伤亡事故中机械伤害占有较大的比例,但在死亡事故中火灾爆炸事故所占比例有明显提高。这表明:在橡胶加工中机械伤害是多发事故,而火灾爆炸则是后果较为严重的事故。此外,由于使用炭黑、防尘剂等添加剂、苯等多种溶剂以及硫化烟气的产生,使橡胶制品加工生产还存在着较严重的尘毒危害。

表1 机械伤害事故、火灾爆炸事故对人员伤害的对比

	伤亡		死亡	
	人数	比例	人数	比例
机械伤害事故	1 615	66.93	48	23.53
火灾爆炸事故	70	2.90	25	12.25

1. 机械伤害

鉴于橡胶加工生产的特点，机械伤害成为最突出的危害。根据建国以来事故统计，不同工序发生的机械伤害伤亡人数比例如表2。从表可看出机械伤害事故主要发生在炼胶和成型工序。开炼机辊筒压手，造成断指或手臂骨折；裁断机、卷布整理机等设备的卷取装置容易将手卷入造成伤害。此外，操作硫化罐时还会发生罐盖伤人和模具轧手等事故。

表2　不同工序的机械伤害伤亡人数对比

工序名称	主　要　设　备	伤亡人数比例(%)
炼胶工序	开炼机、密炼机、压片机	32.64
压延工序	压延机	10.99
压出工序	挤出机	4.21
成型工序	成型机、裁断机	18.39
硫化工序	硫化机、硫化罐	9.98
其　　他		23.79

2. 火灾、爆炸

(1)固体过氧化物配合剂易受摩擦、撞击后引起爆炸。

(2)在塑炼和混炼时，橡胶受机械压碾摩擦，可产生大量的静电荷，电压最高时可达10^5 V。一则容易导致火灾、爆炸事故，二则易使人体带电。

(3)在打浆、涂胶及成型等工序，存在着较大的火灾、爆炸危险。胶浆内含有大量汽油，搅拌时产生的热量会使汽油大量蒸发，涂胶及成型作业时也都有汽油等大量的溶剂蒸发，特别是涂胶后的干燥过程更加速了溶剂的挥发。与此同时，在胶浆搅拌、涂料及成型中的裁断、贴合等过程又极易积聚静电，产生火花。因此，在这些工序有较大的危险性。

(4)使用溶剂脱模剂的硫化工序也会因溶剂挥发引起火灾。

3. 尘毒危害

(1)合剂粉尘危及人体健康，如炭黑可致尘肺，某橡胶厂炭黑尘肺的检出率2.3%。

(2)炼胶和硫化烟雾对人体健康危害很大。据国外分析，硫化烟气的组分极为复杂，有近百种化学物质，其中的3,4-苯并芘、二甲基亚硝胺等，都是肯定的动物致癌物。

(3)配合剂尚可诱发皮炎，硫化和炼胶岗位上的工人皮肤黑变病较多。

预防措施

1. 加强设备维修，保持安全装置齐全、灵敏、可靠。

2. 事故多发部位和设备，要采取防机械伤害技术措施。如开炼机采用接触斜拉式双保险安全控制装置；压延机主机周围加装拉线紧急停车闸；卷取部位采用安全自动引头器；裁断机采用风送引头及加设双启动开车按钮；垫布整理机卷取引头采用安全自动引头器等。

3. 改进生产工艺，采用低毒、无燃爆危险的配合剂，以减小尘毒危害及燃爆危险。

4. 打浆、涂胶、成型、硫化等工序要特别注意厂房通风，避免可燃气和有毒气体的积聚，防止火灾爆炸和中毒事故的发生。

5. 塑炼、混炼、压延、打浆、涂胶等几乎所有工序都要有消除静电的措施：设备配置良好的导静电装置、控制搅拌速度、保持环境空气相对湿度在70%以上等等。

6. 打浆、涂胶等工序属甲类生产，应按有关规范确定厂房建筑等级、防火间距等。

7. 打浆、涂胶、硫化等工序应按规定考虑电气设备的防爆。

qingyanghuana shengchan anquan

【氢氧化钠生产安全】 氢氧化钠($NaOH$)俗名烧碱、火碱、苛性钠。纯品是无色透明的晶体。密度2.130 g/cm^3。熔点318.4 ℃。工业品含有少量的氯化钠和碳酸钠，是白色不透明的固体。有块状、片状、粒状和棒状等。固体烧碱含量约为96%；液体烧碱含量有42%和30%两种。固体烧碱吸湿性很强，易溶于水，同时强烈放热，并溶于乙醇和甘油。若露放在空气中，最后会完全溶解成溶液。

氢氧化钠的用途很广，用于石油精炼、造纸、肥皂、人造丝、染色、制革、医药、有机合成等。

制造氢氧化钠有电解法和化学法两种。电解食盐法是制造氢氧化钠和氯气的重要方法，其生产流程参见“氯气生产安全”。

职业危害及预防　电解食盐法生产中要处理的物质有氯气、氢气及氢氧化钠等，因此存在着火灾爆炸、中毒及灼伤、烫伤等危害。由氯气、氢气引起的火灾爆炸、中毒危害及预防措施详见“氯气生产安全”。此处重点讨论氢氧化钠的危害及预防措施。

氢氧化钠有强烈的刺激性和腐蚀性。粉尘刺激眼和呼吸道，腐蚀鼻中隔，皮肤和眼直接接触氢氧化钠可引起灼伤；误服可造成消化道灼伤，黏膜糜烂、出血和休克。尽管氢氧化钠既不可燃，也不助燃，但遇潮时对铝、锌和锡有腐蚀性，并放出易燃易爆的氢气；固体烧碱溶于水时可放出大量的热，致溶液沸腾而溅出强腐蚀性液体。

预防氢氧化钠伤害的主要措施有：提高装置的密闭化和自动化水平；凡存在氢氧化钠雾或尘的区域保持良好的通风；设置安全淋浴和洗眼装置；佩戴好个体防护用品；储存于干燥清洁的仓库内；皮肤接触和眼睛

接触时及时用水冲洗；如果吞入，可大量饮水或牛奶，再给以稀醋酸或果汁使之中和。

xiaosuan shengchan anquan

【硝酸生产安全】 纯硝酸是无色液体，带有刺鼻的窒息性气味。分子式：HNO_3，相对分子质量：63，沸点：86 ℃（无水），熔点：-42 ℃（无水），相对密度：1.50（无水）。硝酸是一种强酸，强氧化剂，能使铁钝化而不能继续被腐蚀。发烟硝酸是红褐色液体，在空气中猛烈发烟并吸收水分。

硝酸大量用于制造无机肥料，如硝酸铵、硝酸钙、硝酸磷肥，还广泛用于其他工业生产，以及常用以制造三硝基甲苯、硝化甘油、硝化棉、乙二醇二硝酸酯等爆炸品。

生产方法 硝酸生产分稀硝酸与浓硝酸两类。稀硝酸生产有常压法、加压法和综合法，生产过程分两步：第一步是氨的接触氧化，在一定温度下以铂铑网作为催化剂，氨与空气中的氧反应生产一氧化氮，反应式如下：

$$4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O + 226kJ$$

第二步是氧化氮的吸收，先将一氧化氮氧化成二氧化氮，然后用水吸收二氧化氮生成硝酸，吸收反应放出的一氧化氮返回吸收过程，反应式如下：

$$2NO + O_2 = 2NO_2 + 57kJ$$

$$3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$$

稀硝酸生产工艺流程图见图1。

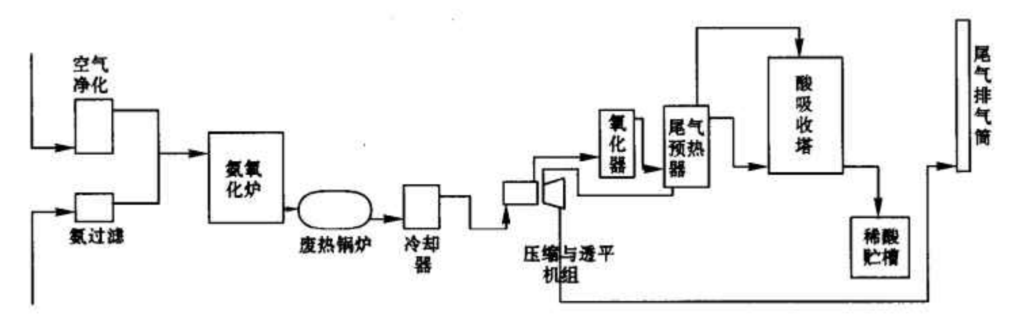


图1 稀硝酸生产流程示意图

浓硝酸生产有间接浓缩法、直接合成法与超共沸酸的蒸馏。浓硝酸生产是在一定温度和压力下，液态四氧化二氮、氧气和水在高压釜内直接反应生成浓酸，反应式如下：

$$2N_2O_4 + 2H_2O + O_2 = 4HNO_3 + 59kJ$$

生产过程中，先将一氧化氮氧化成二氧化氮，残存的一氧化氮再用浓硝酸氧化，然后在 -12 ℃下叠合并被冷凝成四氧化二氮。生产流程见图2。

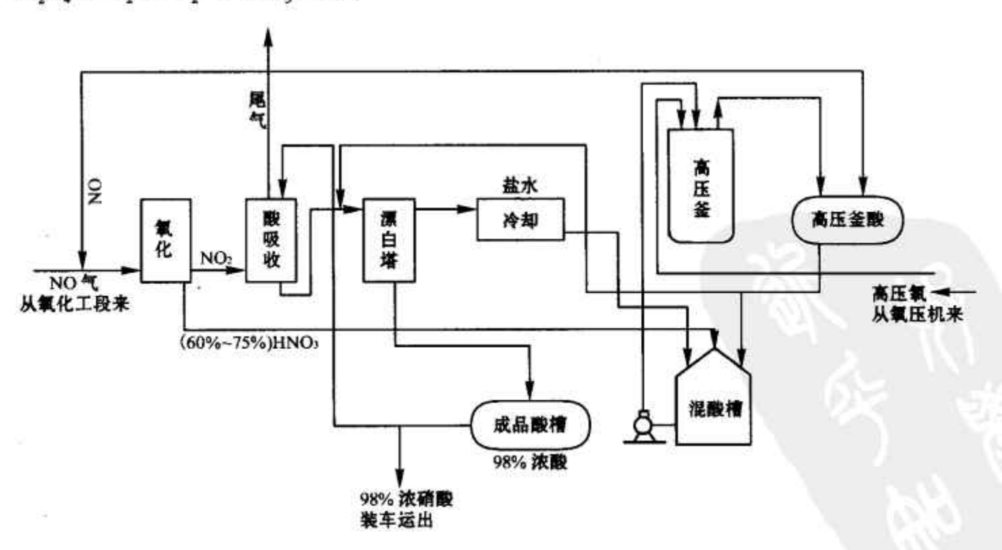


图2 浓硝酸生产流程示意图

职业危害

1. 爆炸燃烧

(1)原料氨发生泄漏有燃烧爆炸危险。氨:引燃温度:65.1 ℃,爆炸极限:15.7% ~27.4%。泄漏氨与空气混合浓度在爆炸极限范围内,遇明火发生爆炸;爆炸上限以上遇明火燃烧。

(2)氨氧化炉操作有爆炸危险。氧化炉内的反应物是氨和空气的混合物,反应温度800 ℃,已具备爆炸条件,操作稍有不慎易发生事故。

(3)氧化炉过剩氨带入吸收系统将会生成硝酸铵、亚硝酸铵等爆炸性物质。在一定条件下这些物质能发生爆炸。

(4)废热锅炉操作控制不好,泄漏出硝酸,腐蚀设备,锅炉即有爆炸危险。

(5)浓硝酸高压釜操作压力4.9 MPa,内装介质是强氧化剂,爆炸危险性很大。

(6)铁素体酸贮罐如被酸腐蚀产生氢气有爆炸危险。

2. 中毒

氨、一氧化氮、二氧化氮都是有毒气体,其车间最高容许浓度分别是:NH_3:30 mg/m^3、NO:5 mg/m^3、[NO_2];NO_2:5 mg/m^3[NO_2]。氨的半致死量为:350 mg/kg(大鼠经口);半致死浓度为:1 390 mg/m^3(4小时,大鼠吸入)。

(1)氨经呼吸道进入人体,低浓度氨对黏膜有刺激腐蚀作用,浓度过高时尚可使中枢神经系统兴奋性增强,引起痉挛。氨对人体的毒性见下表。急性氨中毒的发生多由于意外事故,主要表现为呼吸道黏膜刺激和灼伤。轻度中毒表现有:咳嗽、胸闷、鼻炎、咽炎、气管炎或支气管炎等表现。中度中毒在轻度中毒的基础上还有:持续剧咳,咳泡沫状痰或血丝痰,气短,呼吸困难,肺部有湿啰音,胸部X线征象符合化学性肺炎或间质性肺炎。重度中毒在中度中毒的基础上还有:严重呼吸困难,紫绀,血痰和伴有大量泡沫,双肺布满干湿性罗音,或喉头水肿、痉挛、气管声门狭窄以及支气管黏膜坏死和脱落,造成气管阻塞而致窒息,或昏迷,休克,呼吸和心跳停止。

(2)二氧化氮主要经呼吸道进入人体,氮氧化物主要损害呼吸道,吸入气体初期有轻微的眼及上呼吸道刺激症状,如咽部不适、干咳等。常经数小时至十几小时或更长时间潜伏期后发生迟发性肺水肿、成人呼吸窘迫综合征,出现胸闷、呼吸窘迫、咳泡沫痰、紫绀等。肺水肿消退后两周左右可能出现迟发性阻塞性细支气管炎。慢性中毒,长期接触低浓度氮氧化物,有上呼吸道黏膜刺激症状,引起慢性咽喉炎、支气管炎和肺气肿。

(3)一氧化氮主要经呼吸道进入人体。因在空气中不稳定很快被氧化成二氧化氮,所以其中毒症状同二氧化氮。一氧化氮浓度高时可致高铁血红蛋白白血症。

氨对人的毒性

浓度 mg/m^3	时间 min	反 应
3 500 ~7 000	30	可即时死亡
1 750 ~4 500		可危及生命
700		立即咳嗽
553		强烈刺激现象,可耐受1.25 min
175 ~350	28	鼻和眼刺激、呼吸和脉搏加速
140 ~210		尚可工作,但有明显不适
140	30	眼和上呼吸道不适、恶心、头痛
70 ~140		可以正常工作
70		呼吸变慢,皮肤电阻逆转
67.2	45	鼻咽有刺激感
9.8		无刺激作用
<3.5		可以识别气味
0.7		感觉到气味

3. 硝酸

硝酸主要经呼吸道对人体产生危害。其蒸气有刺激作用,引起眼和上呼吸道刺激症状,如流泪、咽喉刺激感、呛咳,并伴有头痛、头晕、胸闷等。

4. 化学灼伤

硝酸具有强腐蚀性,能引起皮肤灼伤。液氨或高浓度氨可致眼灼伤,液氨可致皮肤灼伤。

预防措施

1. 易发生泄漏部位,应加装可燃气体、有毒气体检测装置,加强巡检及时发现泄漏。生产车间杜绝明火以及能产生火花的装备和操作,确需动火应按规定办证。

2. 设备检修、抢修应严格按规定分析、办证,特别是接触硝酸的设备。

3. 氧化炉应严格控制进入气体的氨的浓度,要低于爆炸下限。

4. 在进行硝酸、液氨处理操作时要穿着防酸碱工作服、戴防酸碱手套、戴防酸碱飞溅眼镜、戴防毒面具。工作岗位应有自来水供应和洗眼器。

5. 工作岗位应配备防止中毒的防毒面具或呼吸器,必要时应配备救护用急救箱。

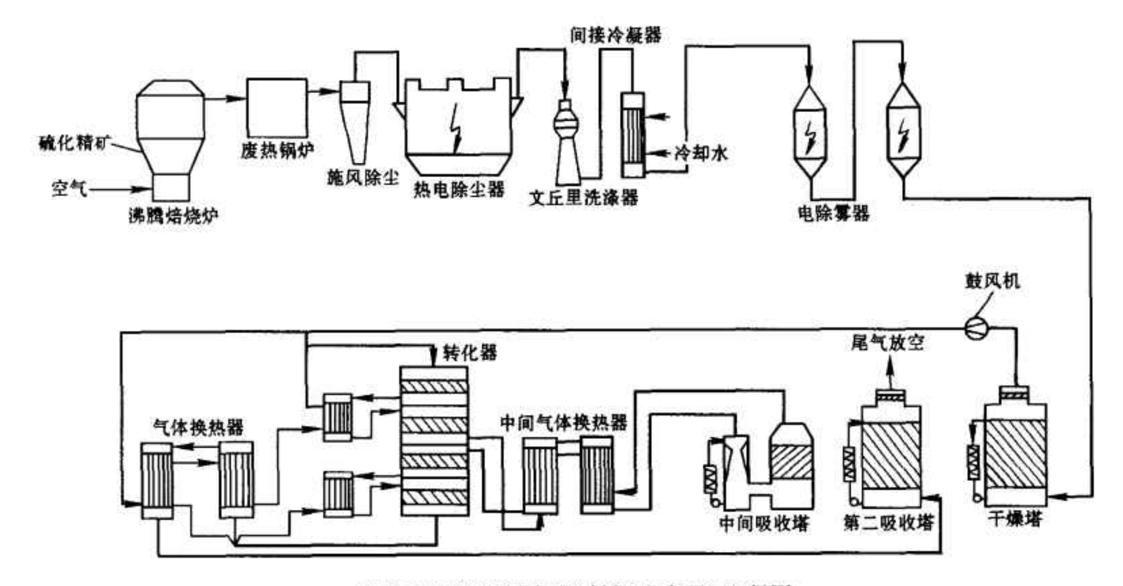
liusuan shengchan anquan

【硫酸生产安全】 硫酸(H_2SO_4)纯品是无色油状液体。工业品如果含有杂质,则呈黄、棕等色。98.3%硫酸,相对密度为1.834。熔点10.49 ℃。沸点338 ℃。将100%硫酸加热至290 ℃,分解放出三氧化硫。硫酸无臭,但发烟硫酸有强烈的刺激性。它是一种活泼的二元强酸,能与许多金属或金属氧化物作用而生成硫酸盐。浓硫酸有强烈的吸水作用和氧化作用,可吸收大气中的水分,也可使有机物失水碳化。

硫酸是重要的基本化工原料,用途十分广泛,如制造硫酸铵、过磷酸钙、硫酸铝、二氧化钛、合成药物、合成染料及合成洗涤剂等。有机合成中用作脱水剂和磺

化剂。金属、搪瓷等工业中用作酸洗剂。石油工业中用于精炼石油制品等。

生产硫酸的原料有硫铁矿、硫磺及有色金属冶炼气等。硫酸生产方法有铅室法、塔式法和接触法等。目前广泛采用接触法,其主要过程包括二氧化硫的制备、净化、转化和三氧化硫的吸收4个部分。硫铁矿接触法制硫酸的流程如下图所示。精选硫铁矿加入沸腾焙烧炉,炉底用鼓风机送入空气。硫铁矿在炉内于800～1 000 ℃的温度下燃烧,产生二氧化硫和氧化铁。二氧化硫含量为10%～14%的气体从炉顶排出后,经废热锅炉冷却后,经除尘器、洗涤器和电除雾净化和冷却。净化的炉气经干燥后送至转化器使其中的二氧化硫转化为三氧化硫,然后在吸收塔中被硫酸吸收,尾气由吸收塔顶排入大气。



硫铁矿接触法制硫酸(封闭洗流程)流程图

职业危害

硫酸生产中的危害主要有火灾爆炸、中毒、化学灼伤及机械事故等。

1. 火灾、爆炸危险

硫酸本身没有燃烧性和爆炸危险,然而,高浓度硫酸可与许多物质,特别是有机物剧烈反应,释放出大量的热,从而引起火灾和爆炸;此外,当硫酸与金属反应时可释放出氢,氢可与空气形成爆炸性混合物,硫酸储槽发生爆炸的事故屡见不鲜。

在硫酸生产中,沸腾炉和预热器燃烧炉点火升温时可能发生爆炸和喷火;处理沸腾炉结疤或停炉清灰时,用冷却水冷却也会因温差太大引起爆炸。

2. 中毒

吸入或食入硫酸物会引起中毒。

对皮肤及黏膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用。蒸气或雾可引起结膜炎、角膜混浊以致失明;引起呼吸道刺激,重者发生呼吸困难和肺水肿;高浓度吸入会引起喉痉挛或声门水肿而窒息死亡。口服后引起消化道烧伤以致形成溃疡;严重者可出现胃穿孔、腹膜炎、肾损害及休克等。

慢性影响:牙齿酸蚀症、慢性支气管炎、肺气肿和肺硬化。

此外,生产过程中可能会泄漏出对人体和环境有害的二氧化硫、三氧化硫。硫铁矿粉碎、输送过程中会产生粉尘。

3. 化学灼伤

化学灼伤是硫酸生产中常见的危害。浓溶液引起黏膜及皮肤的深度灼伤,出现以浅红色为基底的、边缘清楚的溃疡。这些损伤常经久不愈,并形成很大的疤痕,使机体功能受到抑制;如灼伤面积过大,可导致死亡。溅人眼内可造成灼伤、导致角膜穿孔、以致失明。

预防措施 鉴于有发生火灾和爆炸的可能,生产和贮存硫酸的车间要有可靠的防火、防爆措施。维护硫酸储槽时,要特别注意分析储槽内的氢含量并采取妥善方法,避免维修动火引起的火灾、爆炸事故。

提高生产过程的密闭化和操作的机械化、自动化水平。

生产和储存硫酸的场所要阴凉、干燥、通风良好。应与易燃或可燃物、碱类及金属粉末分开存放。

用水稀释浓硫酸时,应将酸倒入水中并不断搅拌。切勿将水直接倒入浓硫酸中,以防硫酸猛烈地飞溅,造

成事故。

作业人员应穿戴合适的个体防护用品，包括防护眼镜、面罩、手套、胶靴及防护服等。

应有淋浴器、浴室及清洗用喷头，并应提供紧急冲洗眼睛的喷嘴。

触及硫酸后，应立即用大量水连续冲洗10～15 min，用碱性溶液冲洗眼睛时水流不能过急。

接触高浓度硫酸蒸气的受害者，应立即移至空气新鲜处，脱去污染的衣服，吸入2%碳酸氢钠气雾剂，并用相同的溶液漱洗口腔。病人应仰卧休息，并尽快转送医院。

chunjian shengchan anquan

【纯碱生产安全】 纯碱学名碳酸钠（Na_2CO_3），俗称苏打或碱灰，纯品为白色粉末，易溶于水成强碱性溶液。纯碱是重要基本化工原料，广泛用于石油、化工、造纸、玻璃、纺织、冶金、皮革、洗涤剂等工业，也用作食用碱。

纯碱的工业生产方法主要是氨碱法和联合制碱法。氨碱法的工艺流程是：原盐制成饱和盐水，加石灰乳除去镁盐后，送入除钙塔用碳化塔尾气（含氨和二氧化碳），再将钙盐以碳酸钙形式沉淀出来。精制后的盐水送至吸氨塔制成氨盐水，再送入碳化塔用二氧化碳气（石灰窑气和煅烧炉气）进行碳化，生成碳酸氢钠结晶，经过滤、分离、煅烧后得到纯碱。各步反应为：

$$Mg^{2+} + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2 \downarrow + Ca^{2+}$$（除镁）

$$Ca^{2+} + (NH_4)_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + NH_4^+$$（除钙）

$$NaCl + NH_4HCO_3 \longrightarrow NaHCO_3 \downarrow + NH_4Cl$$（碳化）

$$NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 \uparrow + H_2O \uparrow$$（煅烧）

联合制碱法可不用石灰，取消了石灰窑、洗涤塔和蒸氨塔等笨重设备，增加了合成氨生产，可联产氯化铵（是水稻的优良氮肥）。

职业危害 纯碱生产是化工之中职业危害相对较轻的行业，其职业危害以机械伤害、灼伤粉尘和噪声危害为主，但也有爆炸中毒的可能性。

机械伤害——石灰石、煤、盐等原料输送加工过程，压缩、过滤、煅烧、包装运输等过程中，运转的机器常发生使人致伤、致残、致死的机械伤害事故。

灼伤——经常发生石灰、石灰乳、氨盐水、氨母液对眼和皮肤碱性灼伤的事故。石灰和石灰乳即使少量进入眼中，也往往引起结膜水肿和充血。石灰糊对眼组织的作用较持久，而且石灰糊往往粘附在湿眼球上，因此对视力影响很大。皮肤碱性灼伤的面积很大时，若处理不及时或失当可致死亡。石灰对皮肤慢性影响可有皮肤干燥、变硬、皲裂等。

粉尘——原料处理和成品包装岗位粉尘危害较重，碱性粉尘可刺激呼吸道，引起鼻炎、气管炎，甚至引起化学性肺炎。

噪声——鼓风机、压缩机、离心机（过滤机）、粉碎机会产生较强的噪声，可引起岗位工人听力减退和神经衰弱征，严重时造成耳聋。

爆炸和中毒——尽管不常见，但有可能形成爆炸和中毒的条件。如盐水除钙所用的碳化尾气中含有大量氨，亦可能带入一氧化碳、氢甲烷等少量其他可燃气体，均能与空气形成爆炸性混合物，可在槽缸塔死角处积存，遇点火能源可发生爆炸。除钙、吸氨、碳化岗位（尤其是检修时）应注意氨中毒和二氧化碳窒息。

安全措施

1. 接触石灰、氨盐水、氨母液、石灰乳的职工，工作时应穿戴防碱工作服和手套，戴防护眼镜。在石灰和纯碱粉尘严重的岗位工作，还应戴具有风挡框的防护镜。

2. 在上述岗位设置水淋洗和洗眼设施。如粘污皮肤和眼睛，应立即用大量洁净水流冲洗粘污部位至少15 min。

3. 所有转动、传动设备均应设置防止机械伤害的防护罩或防护栅栏，最好安装安全限位装置。

4. 综合治理有毒气体泄漏和粉尘。凡使用氨、二氧化碳的岗位或产生氨和二氧化碳的岗位，均应使生产设备密闭化，杜绝跑、冒、滴、漏。最好在密闭生产的同时，实施自动化远程控制。石灰石、煤等的粉尘可采用增湿法降尘，包装岗位采用通风布袋除尘等措施。

5. 生产中严守工艺安全规程，尤其要严格控制吸氨塔、蒸氨塔液位，严防跑氨以致引起爆炸和中毒。

6. 重视检修安全，严格执行进塔入缸、安全动火和高处作业的作业许可证制度。进塔入缸和动火作业前必须进行系统隔绝（用盲板或断开管线，不得用阀门隔绝）、惰性气体置换分析、空气置换分析，直到可燃有毒气体含量达到要求（一般控制0.5%以下）、氧含量也达到要求（一般控制19%以上）方可开始作业，并派人监护和随时监测条件变化情况。

julüyixi shengchan anquan

【聚氯乙烯生产安全】 聚氯乙烯生产由制备氯乙烯单体和氯乙烯聚合两步组成。

氯乙烯（$CH_2=CHCl$）常态是有毒的易燃气体（爆炸极限3.6%～26.4%），自燃点472 ℃，相对密度2.15（空气=1）。氯乙烯易于液化，液体相对密度0.912（水=1），沸点-13.9 ℃，凝固点-160 ℃。

聚氯乙烯虽然是化学惰性聚合物，但遇热分解，遇火引起燃烧，在无空气条件下也能燃烧，灭火的唯一途径是降温。

生产工艺 氯乙烯制备——合成氯乙烯的工艺主要有乙炔的氯化氢加成和乙烯的氧氯化。

1. 乙炔的氯化氢加成反应式为:

$$CH \equiv CH + HCl \xrightarrow{HgCl_2} CH_2 = CHCl$$

它在转化器中完成。生成的粗氯乙烯经水洗、碱洗、蒸馏精制成聚合级氯乙烯。

2. 乙烯氧氯化制氯乙烯由两阶段组成:乙烯和氯气在氯化反应器内有三氯化铝存在下反应生成二氯乙烷;然后二氯乙烷在裂解炉中裂解为氯乙烯和氯化氢,经骤冷塔冷却,塔底的氯乙烯液经精制成为聚合级氯乙烯,塔顶的氯化氢气体返到氧氯化反应器与乙烯、空气进行氧氯化反应生成二氯乙烷,再与前述二氯乙烷合并送至裂解炉。

聚合——氯乙烯的聚合都是在聚合釜内进行的,有悬浮聚合、乳液聚合和本体聚合等方法。悬浮聚合和乳液聚合的分散介质都是去离子水。

职业危害 火灾爆炸——乙炔的火灾爆炸危害请参见"乙炔生产安全"。事故统计表明,聚氯乙烯生产的火灾爆炸事故绝大多数是氯乙烯泄漏引起的空间化学爆炸,少数是聚合釜超压或窜入空气引起的爆炸。

中毒——聚氯乙烯生产性中毒几乎全部是氯乙烯中毒,汞中毒(汞盐催化剂)、偶氮二异丁腈中毒(聚合引发剂)也偶有发生。我国卫生标准规定的氯乙烯最高容许浓度为30 mg/m^3。

氯乙烯对人的急性毒性表现为麻醉作用,长期接触可引起氯乙烯病。

氯乙烯急性中毒多因在聚合釜清釜作业或氯乙烯意外泄漏时短时间内吸入大量氯乙烯所致。轻度中毒时病人发生眩晕、步态蹒跚、胸闷、嗜睡;严重中毒则可昏迷、抽搐,甚至死亡;皮肤接触氯乙烯液体可致红斑、水肿或坏死。

氯乙烯慢性中毒者多为氯乙烯合成工和聚合工,仍以清釜工最常见。主要表现为神经衰弱综合征、肝肿大、肝功能异常、消化功能障碍、雷诺氏征(肢端动脉痉挛,手指麻木、疼痛、肿胀、僵硬等),进而发展为肢端溶骨症(指末节指骨粗隆的边缘性缺损,最后形成杵状指)。皮肤可出现干裂、脱屑、湿疹等。氯乙烯是致癌物,可致恶性肿瘤(肝血管肉瘤)。

安全措施 目前我国聚氯乙烯生产以乙炔为原料者居多,其危险性比乙烯氧氯化工艺要大,安全工作的重点是防止乙炔、氯乙烯爆炸和氯乙烯中毒。

1. 有条件的企业可改间断聚合工艺为连续聚合,这样从单体生产到聚合完成均可连续化密闭作业,不但简化了氯乙烯中间贮存环节,也大大减少氯乙烯爆炸和氯乙烯中毒的机会。

2. 单体生产中,氯乙氢中的游离氯可在转化器内与乙炔形成氯乙炔而引发燃烧爆炸,因此要严格控制原料气氯化氢中不得含有游离氯,含氧量也不得超过0.4%,定时采样分析氯化氢的质量外,最好装设在线分析仪表。

3. 氯乙烯气柜的允许使用容积是公称容积的20%~80%,氯乙烯贮槽(罐)装载容积不得超过85%。严禁超装。

4. 乙炔和氯化氢混合器的温度若已超过工艺规定10 ℃以上且仍有上升趋势时,应立即停送乙炔,以免爆炸。混合器应装设趋温报警器。

5. 提高转化率可降低后续的洗涤、蒸馏和放空尾气等系统中的未反应的乙炔含量。若转化率过低,可在系统中(含氧量已相对较高)形成乙炔的爆炸性混合物,故应降低转化器气体流速或更换催化剂。

6. 突然停电、停水造成聚合釜压力上升时,应立即将釜内物料排至沉析槽,如必须大量放空时,要大范围紧急禁火和撤离人员,并派人监护和警戒。

7. 生产厂房、气柜、贮槽(罐)应装避雷装置;乙炔、氯乙烯管道应有防静电措施,仅为防静电的接地电阻值应小于100 Ω;单体和聚合岗位所用电器应符合Q—1级场所防爆要求;动力、仪表、照明用电应有应急备用电源;自动控制系统的气动阀应由专用气源供气。

8. 人进入转化器、釜、塔、槽、柜内进行清理或检修作业,必须事先进行隔断(加盲板或断开管线,不得用阀门进行隔断)、通纯氮(99%以上)置换,然后用空气置换,确保作业环境气中可燃气(毒性气体)含量低于0.5%、氧含量不低于19%,并须随时分析监测,派人监护。一旦有变化应立即撤出人员。

完成作业后,开车之前应进行气密性试验,并用氮气置换至含氧量小于3%。

9. 可能接触氯乙烯的人员还应养成良好的卫生习惯。

linfei shengchan anquan

【磷肥生产安全】 磷肥是含有磷素的化学肥料。磷素的浓度和纯度以五氧化二磷(P_2O_5)含量计算。通常用磷肥中有效五氧化二磷(亦称有效磷)含量作为衡量磷肥质量的标准。有效五氧化二磷是指磷肥中可被作物吸收利用的五氧化二磷的量,也就是可溶性五氧化二磷的量。磷肥分水溶性和枸橼溶性两类:水溶性磷肥是速效肥;枸橼溶性磷肥只溶于枸橼酸钠(柠檬酸钠),或2%枸橼酸(柠檬酸)溶液,多数只适应酸性土壤。

磷在植物体内是细胞原生质的组分，参与光合作用。磷肥可以促使作物根系发达，使作物穗粒增多，籽实饱满，提高产量。

生产方法 生产磷肥所用主要原料是磷矿石。分解磷矿石主要有酸法和热法两种。

酸法磷肥，一般系用硫酸、硝酸、盐酸或磷酸分解磷矿石而制成的磷肥或复合肥料。酸法磷肥多是水溶性磷肥，如过磷酸钙。

热法磷肥，在高温下加入硅石、白云石、焦炭等或不加入其他配料分解磷矿石而制成的磷肥。热法磷肥多是枸溶性磷肥，如钙镁磷肥。

磷肥主要品种见下表。

磷肥主要品种

名称	含量 (%P_2O_5)	主要组分	溶解性
过磷酸钙	14～20	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$, $CaSO_4$	水溶
重过磷酸钙	42～46	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	水溶
富过磷酸钙	20～30	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$, $CaSO_4$	水溶
磷酸二钙	38～48	$Ca_2HPO_4 \cdot 2H_2O$, 或 Ca_2HPO_4	枸溶
偏磷酸钙	65～68	$Ca(PO_3)_n$ 玻璃质	枸溶
脱氟磷酸钙	22～42	α-$Ca_3(PO_4)_2$	枸溶
钙钠磷肥	28～30	$CaNaPO_4$	枸溶
熔融钙镁磷肥	16～22	$P_2O_5 \cdot CaO \cdot MgO \cdot SiO_2$	枸溶
钢渣磷肥	15～20	$5CaO \cdot P_2O_5 \cdot SiO_2$ 和 $7CaO \cdot P_2O_5 \cdot 2SiO_2$	枸溶

过磷酸钙 含有效五氧化二磷 12%～20%。生产是用硫酸来分解磷矿粉，反应分两步进行，如下：

$$Ca_5F(PO_4)_3 + 5H_2SO_4 = 5CaSO_4 + 3H_3PO_4 + HF\uparrow$$

$$Ca_5F(PO_4)_3 + 7H_3PO_4 + 5H_2O = 5Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + HF\uparrow$$

过磷酸钙生产大致上可分为磷矿石粉碎、干燥，酸矿混合，料浆化成，熟化和粒化干燥五个工序。

职业危害

1. 氟危害。工作场所存在氟化氢气体和含氟粉尘，可经呼吸道和食道侵入人体。吸入较高浓度的氟化氢会引起急性中毒，刺激眼和呼吸道黏膜，严重者可发生支气管炎、肺炎或肺水肿，甚至发生反射性窒息。侵入人体的氟有 50% 在人体骨骼、牙齿中沉积，长期接触会引起骨骼、牙齿损害。氟化氢腐蚀性极强。

2. 尘毒危害。矿石粉碎过程和成品肥后加工过程产生粉尘，经呼吸道侵入人体可导致尘肺。

3. 酸危害。生产中使用的硫酸对皮肤、黏膜等组织有强烈刺激和腐蚀作用。工作中不慎溅入眼内可造成灼伤，甚至失明，溅到皮肤上引起灼伤。酸雾刺激眼和呼吸道黏膜，重者可致失明，呼吸困难和肺水肿；高浓度引起喉痉挛或声门水肿而窒息死亡。

4. 爆炸危害。燃料用重油或煤气易发生燃烧爆炸；硫酸贮罐内存在稀酸腐蚀，产生的氢气与空气混合，有爆炸危险。

5. 机械伤害。矿石加工过程的破碎机、传送带，磷肥后加工过程传送带等转动设备，如违章操作，易被皮带卷入，造成人身伤害。

6. 噪声危害。球磨机、风扫磨等机械噪声，有的高达120 dB(A)，超过工业卫生标准。

预防措施

1. 氟危害和尘毒危害预防措施。硫酸分解磷矿粉放出氟化氢气体，氟化氢又与磷矿中的二氧化硅反应放出四氟化硅气体。一般用水来吸收逸出的四氟化硅，吸收设备有吸收室和吸收塔两种。车间中氟化氢最高容许浓度是1 mg/m^3，超过该浓度时应佩戴自吸过滤式防毒面具（全面罩）或空气呼吸器。紧急事态处理或撤离时，建议佩戴氧气或空气呼吸器。另应注意皮肤防护。对产生含氟粉尘岗位应佩戴专用口罩。为防止含氟气体或粉尘聚集应加强通风，加强设备密闭。接触粉尘的职工要定期检查身体，建立健康监护档案。

2. 酸危害预防措施。为防止硫酸飞溅，处理硫酸时应戴防护眼镜、戴防酸手套和穿防酸工作服。可能接触其烟雾时，佩戴防毒面具或空气呼吸器。如酸溅入眼内，立即提起眼睑，用大量清水或生理盐水彻底冲洗至少15 min，就医。如污染衣服，迅速脱去被污染的衣服，用大量流动清水冲洗至少15 min，就医。

3. 爆炸危害预防措施。加强管理，控制点火源；炉系统可燃气体应排除、吹净，正确点火，注意油气比的调节，防止爆炸、喷火；硫酸贮罐检修时，应严格按规定办证，防止爆炸、中毒事故发生。

4. 机械伤害预防措施。加强管理，严格执行操作规程，按规定穿戴防护用品，在机械转动和传动部位加装防护罩或防护栏，条件许可加装连锁制动装置。

5. 噪声危害预防措施。积极采取措施降低噪声危害。注意操作人员保护，可配备耳塞或建造隔声操作室。车间噪声卫生标准是70 dB(A)。

钙镁磷肥 钙镁磷肥是一种微碱性玻璃质肥料，物理性能良好且稳定，能长期贮存。生产的主要原料是磷矿石和助溶剂（蛇纹石、白云石等含镁、硅矿石），

燃料主要用焦炭、煤等。生产工艺是在高温下（1 350 ℃以上）将磷矿石和助溶剂一起熔融、水淬、干燥和粉碎。生产方法有高炉法和电炉法两种，高炉法较普遍。主要化学反应如下：

$$2Ca_5F(PO_4)_3 + SiO_2 + H_2O = 3Ca_3(PO_4)_2 + CaSiO_3 + 2HF\uparrow$$

$$Mg_3Si_4O_{11} \cdot 3Mg(OH)_2 \cdot H_2O \ \underline{\text{高温}}\ 4MgSiO_3 + 2MgO + 6H_2O$$

职业危害

1. 氟危害。见“过磷酸钙”部分。

2. 尘毒危害。见“过磷酸钙”部分。

3. 高温炉危害。磷矿石与助熔剂配比不当或矿石来源有变动，常使炉温下降，产生炉缸冻结、炉瘤、风口灌料等故障，处理不当有烫伤、机具伤害危险；随着炉料熔融会产生煤气混入炉顶空气中有爆炸危险；在炉顶、除尘器和热风炉附近作业，有含氟气体和一氧化碳中毒危险；炉点火有喷火烧伤与爆炸危险。

4. 机械伤害。见“过磷酸钙”部分。

预防措施

1. 氟危害预防措施。见“过磷酸钙”部分。

2. 尘毒危害预防措施。见“过磷酸钙”部分。

3. 高温炉危害预防措施。磷矿石与助熔剂配比、矿石来源发生变动时，要及时调整，控制好炉温；开炉时，用蒸汽吹扫炉顶和除尘器降低其煤气浓度，防止爆炸；在炉顶、除尘器等可能存在有毒气体区域作业时，操作人员要佩戴防毒器具并有专人监护；在打开料口或窥视孔时，操作者应站在其两侧，出料时应站在上风向。

4. 机械伤害预防措施。见“过磷酸钙”部分。

nongyao shengchan anquan

【农药生产安全】 农药是农用杀虫剂、杀菌剂、杀螨剂、杀线虫剂、杀鼠剂、除草剂、脱叶剂、生长调节剂、熏蒸剂和保鲜剂等的总称。我国生产的农药已达200种左右（不包括农药混剂）。按化学结构特征，农药可分为有机磷农药、氨基甲酸酯类农药、有机氯农药、菊酯类农药以及无机等类其他类型的农药。

由于农药门类品种较多，生产过程所涉及的单元反应过程和单元操作过程十分广泛。凡化工单元反应如氯化、氧化、还原、硝化、氨化、磺化、歧化以及单元操作如反应操作、抽提、萃取、蒸馏、分离、冷凝、干燥等均有涉及，既有连续生产（如光气生产），又多是间断性生产，加之，农药生产所用原料、中间体大都有毒易燃，所以具有较高的危险性。其中，无机农药的用途和药效远不及有机合成农药，其职业危害也远不及有机合成农药严重。下表1归纳了最常用的有机合成农药生产涉及的危险物质。

表1 常用农药生产所用单体、中间体、副产物

常用农药列举	所用原料、中间体	副产物
有机磷农药：$(RO)_2P(=O)-OY$　$(RO)_2P(=S)-OY$　$(RO)_2P(=O)-SY$		
敌百虫、敌敌畏 马拉硫磷、乐果 对硫磷、3911 杀螟硫磷、磷胺、 锌硫磷、久效磷 氧化乐果、甲胺磷	黄磷、氯、氨、硫磺、烧碱、盐酸、硫酸、硝酸、氰化钠、氯乙酸、亚硝酸钠、甲醇、乙醇、异丙醇、乙硫醇、一甲胺、二乙胺、苯、甲苯、二甲苯、氯苯、苄基氯、苯酚、间甲酚、三氯乙醛、亚磷酸二甲酯和三甲酯、对硝基酚钠、亚硝酸乙酯、氯乙酸甲酯、硫酸二甲酯、三氯化磷、五硫化二磷、双乙烯酮	氯化氢 硫化氢 氢氰酸 氯甲烷
氨基甲酸酯农药：$R-O-C(=O)-N(Y)(Z)$		
克百威、甲萘威 残杀威、速灭威 叶蝉散	一氧化碳、氯、光气、一甲胺、二甲胺、氨、萘及衍生物、间甲酚、丙烯、酚	氯化氢
其他农药：［菊酯类、有机氯、有机砷、有机硫、有机汞（锡、氟）、无机类、甲脒类、杂环类］		
略	略	略

职业危害 农药生产的主要职业危害是中毒，当然也有爆炸、着火和其他化工生产的职业危害。原料如黄磷、氯，中间体如光气、甲基异氰酸酯都常引起中毒甚至死亡事故。农药成品的毒性可按我国《农药毒性试验方法暂行规定》划分，见表2。国际卫生组织建议的农药急性毒性分级和相关农药见表3。

表2 我国农药毒性暂行分级标准

给药途径	Ⅰ（高毒）	Ⅱ（中毒）	Ⅲ（低毒）
LD_{50}（大鼠经口）mg/kg	<50	50～500	>500
LD_{50}（大鼠经皮24 h）mg/kg	<200	200～1 000	>1 000
LD_{50}（大鼠吸入1 h）mg/kg	<2	2～10	>10
TLM_{43}（鲤鱼吸入48 h）10^{-6}	<1	1～10	>10

表3 世界卫生组织(WHO)建议的农药毒性分级、品种列举

毒性分级	品种列举
剧毒(IA) 大鼠经口 LD_{50} <50 mg/kg 大鼠或兔经皮24 h LD_{50} < 200 mg/kg	涕灭威、内吸磷、溴苯磷、棉安磷、乙拌磷、磷胺、毒虫畏、速灭磷、杀鼠嘧啶、对硫磷、苯硫磷、甲基对硫磷、硫特普、特普、3911(甲拌磷)等
高毒(IB) 大鼠经口 LD_{50} 为 50 ~ 1 000 mg/kg 大鼠或兔经皮 24 h LD_{50} 200 ~ 1 000mg/kg	敌敌畏、倍硫磷、百治磷、氧化乐果、安妥砷酸铅、砜吸磷、乙基谷硫磷、谷硫酸、久效磷、甲胺磷、甲基内吸磷、蚜灭多、敌杀磷、呋喃丹等
中毒(Ⅱ) 大鼠经口 LD_{50} 200 ~ 1 000 mg/kg 大鼠或兔经皮24 hLD_{50} 200 ~ 2 000 mg/kg	甲萘威(西维因)、乙硫磷、杀螟松、2.4—D,皮蝇磷、毒杀芬、灭杀威、二嗪农、乐果、杀虫脒、叶蝉散、滴滴涕、二溴磷、锌硫磷、皮蝇膦、除虫菊素等
低毒(Ⅲ) 大鼠经口 LD_{50} > 1 000 mg/kg 大鼠或兔经皮24 h LD_{50} > 2 000 mg/kg	马拉硫磷、双甲脒、矮壮素、三氯杀螨醇、棉隆、溴硫磷、丙烯菊酯、杀鼠酮、敌百虫、杀鼠灵、二甲威、福美双、福美锌、敌稗、保果鲜等

职业危害 农药生产是职业危害严重的行业之一,由于生产的非连续性和工艺设备比较落后,加剧了这种情况。事故统计表明中毒和火灾爆炸是其主要危害。

1.火灾爆炸

生产过程易燃物质泄漏,尤其是气体和蒸气泄漏,可引起爆炸,如黄磷引燃温度很低,在空气中会自燃,一氧化碳、甲醇、乙醇、苯等都可与空气形成爆炸性混合物;中间体合成和农药合成过程中控制不当,会使反应失控或形成易分解爆炸的物质,引发化学爆炸,如三氯化磷生产中若氯过量会生成极易分解爆炸的五氯化磷,五氯化二磷、三氯硫磷、甲基或乙基氯化物、甲基或乙基硫化物等中间体的合成一旦失控,也会爆炸,烷基氯化物和硫化物自身就不稳定,易分解爆炸。

2.中毒

所有农药原料、中间体和成品大都有不同程度的毒性。生产过程中,急性中毒都由泄漏引起,有的则是检修失措或个人防护不当造成的。

有机磷类农药中毒——有机磷酸酯对胆碱酯酶活性有抑制作用,造成神经生理功能紊乱,出现毒蕈碱样、烟碱样和中枢神经系统症状。短时间大量接触有机磷农药可发生急性中毒。轻度中毒出现头晕、头痛、恶心、呕吐、多汗、无力、胸闷、视物模糊等症状,瞳孔可能缩小,全血胆碱酯酶活性一般在50% ~70%;中度中毒出现肌束震颤、瞳孔缩小、轻度呼吸困难、流涎、腹痛、腹泻、步态蹒跚,全血胆碱酯酶活性在30% ~ 50%;重度中毒则出现肺水肿、昏迷、呼吸麻痹、脑水肿,全血胆碱酯酶活性在30%以下。少数严重中毒者可在病情已基本稳定情况下,3 ~5日后突然死亡(迟发性猝死)。少数严重中毒病例,病情稳定2 ~3周发生迟发性周围神经病,感觉和运动神经损伤。此外,某些有机磷农药尚有致敏作用,引起过敏性皮炎、支气管哮喘等。

氨基甲酸酯类农药中毒——这类农药可经呼吸道、消化道和皮肤吸收,严重中毒主要经口引起。氨基甲酸酯类农药与有机磷农药相似,抑制乙酰胆碱酯酶造成乙酰胆碱的积聚而出现中毒症状。但它不需要经过体内代谢活化就可直接与胆碱酯酶形成复合体,此复合体可迅速分解使碱酯酶自动复能,故中毒症状消失较快。

拟除虫菊酯类农药中毒——这类农药可经呼吸道、消化道或皮肤吸收。中毒较重者多因口服所致。目前此类农药中毒机制尚不十分明确。多数品种对周围神经有影响,也能作用于中枢神经。轻度的表现为头痛、乏力、恶心、可出现视物模糊、呕吐、肌颤。中毒较重的可有抽搐、紫绀、肺水肿及意识障碍,严重者则陷入昏迷,最后出现呼吸、循环衰竭。此外,因皮肤沾染可引起接触性皮炎,严重者出现疱疹,脱离接触1 ~ 3天可自愈。

黄磷中毒——黄磷是剧毒品,我国卫生标准规定的最高容许浓度为0.03 mg/m^3。急性吸入中毒表现有呼吸道刺激症状、头痛、头晕、全身无力、呕吐、心动过缓、黄疸、肝肿大,重症出现急性肝坏死、中毒性肺水肿。口服中毒出现口腔糜烂、急性胃肠炎甚至是食道和胃穿孔。数天后出现肝、肾损害,重者发生肝、肾功能衰竭。黄磷可致皮肤灼伤,磷经灼伤的皮肤吸收引起中毒,重者发生中毒性肝病、肾损害、急性溶血以致死亡。长期吸入磷蒸气或磷烟尘可引起慢性中毒,主要表现为神经衰弱综合征、慢性支气管炎、消化功能紊乱、中毒性肝病等。引起骨骼损害,尤以下颌骨最为显著,后期出现下颌骨坏死及齿槽萎缩,称为磷毒性口腔病。

光气中毒——光气亦为剧毒品,我国卫生标准规定的最高容许浓度为0.5 mg/m^3。光气主要损害呼吸系统,导致化学性支气管炎、肺炎、肺水肿。急性中毒表现有流泪、畏光、胸闷,中毒者还会有呼吸困难、紫绀,重度中毒则出现肺水肿或成人呼吸窘迫综合征,患者剧烈咳嗽、咯大量泡沫痰,肺水肿发生前有一段时间的症状缓解期(一般1 ~24 h)。可并发纵隔及

皮下气肿。

甲基异氰酸酯中毒——1984 年发生在印度博帕尔的联合碳化公司一家农药厂的甲基异氰酸酯泄漏事故曾引起 20 万人疏散、数万人失明、2 500多人死亡。本品对呼吸道、眼及皮肤有强烈刺激性。吸入高浓度本品蒸气引起急性中毒，出现眼和呼吸道刺激症状、恶心、呕吐、大量流涎、眩晕、胸痛、气急、无力。呼吸浅而快。严重时发生肺水肿及成人呼吸窘迫综合征，不及时抢救可迅速死亡。本品蒸气对眼有强烈刺激性，可引起角膜上皮水肿、角膜云翳。液态甲基异氰酸酯对皮肤有强烈刺激性。中毒者呼吸系统后遗症为肺气肿、支气管炎和肺纤维化。

安全措施

1. 原料加工

黄磷生产——严格遵守电炉开炉的规程，开炉前应控制系统中气体含氧量小于 2%；集磷槽的各排水阀不得同时关闭，防止槽内水满堵塞冷却塔连接管或溢入电炉引发爆炸；不准从集磷槽放磷；清渣时应先开水泵，水泵出口压力不得低于0.3 MPa。渣子流出后，氧气瓶应离开现场8 m远之外；黄磷可自燃，极易燃，黄磷车间30 m以内不得堆放易燃、易爆物品。

2. 中间体合成

三氯化磷生产——必须保证氯（99.5%）和黄磷（99.9%）的纯度，严格控制氯磷投料比和投料顺序；黄磷氯化锅反应温度应≤85 ℃、压力≤0.02 MPa（表压），熔磷温度≤80 ℃；严禁用液氯与黄磷直接反应，因这无一例外地引起爆炸，而应向熔融磷中慢慢通人氯的方法进行反应，且任何时候都应留有“底磷”，防止五氯化磷（可爆炸）生成；黄磷阻塞管道时应使用热水（严禁用蒸汽）熔化之；突然停水停电，应立即关闭液氯钢瓶出口，后关闭氯气气化器加热阀，再关氯气缓冲器出口阀，停止氯的气化，妥善停车。

光气生产——严格控制原料（一氧化碳和氯气）的质量，应尽可能降低含水量；光气合成釜及其下游均应密闭，严防泄漏。应设隔离式观察操作间，并合理布点设置光气监测仪，保证环境中光气浓度低于 0.5 mg/m^3；更换光气合成触媒（活性炭）时，应首先处理掉光气（建议用液碱破坏光气）后，才能打开合成釜；贮存液态光气的容器，贮装光气量不得超过其有效容积的 80%，无冷冻液时严禁贮存液体光气。建议做好生产平衡，提高气体光气质量，逐步取消液体光气工序；设置液碱破坏光气装置。

农药中间体五氯化二硫、三氯硫磷、甲基和乙基硫化物、甲基和乙基氯化物等的生产，都易发生爆炸，这些中间体遇水大都可自行分解爆炸，必须严格制定其生产安全技术规程。

3. 农药合成

农药品种太多，其单元反应和操作，几乎涉及有机化学、无机化学、物理化学的所有过程，不能尽述。但每个品种必须有自己的生产安全技术规程，并在实际生产中严格执行之。

4. 原料加工、中间体生产、农药合成岗位要配备数量充足的自给式呼吸器；作业人员要养成良好的个人卫生习惯，不在作业场所饮水进食，经常洗手，作业场所的物品（包括服装）不要带至公共场所或生活场所；班后要洗澡；有条件的企业要设立自己的训练有素的中毒急救队伍，关键岗位应有应急急救箱。

5. 原料、中间体、农药成品应严格计量保管，严防流失。大型企业应按重大危险源安全管理要求，进行特殊的安全控制。

wujiyan shengchan anquan

【无机盐生产安全】 无机盐是化工产品中的一个重要组成部分，广泛应用于国民经济各部门。中国无机盐产品约有400 余种，22 个系列。在这22 个系列中，不少产品具有毒性，有毒产品可归纳为：重金属类、金属及其化合物；无机含卤素化合物；无机含硫、磷化合物；无机含氮化合物和氰化物。

生产方法 无机盐生产原料来源广泛，种类多，生产方法多，生产工艺复杂，操作步骤多。无机盐生产几乎涉及所有化工单元操作，如粉碎、混合、焙烧、浸取、蒸发、结晶、分离、干燥、固体物料输送、电解等。目前，国内无机盐生产机械化、自动化程度不高。无机盐典型生产方法如下：

1. 用化学矿石生产无机盐。如用铬铁矿生产重铬酸钠。铬铁矿经粉碎后，与白云石、碳酸钙、纯碱等按一定比例混合送人回转窑，在高温下焙烧，使矿石中的三氧化二铬转化为铬酸钠，反应式如下：

$$4(FeO \cdot Cr_2O_3) + 8Na_2CO_3 + 7O_2 = 8Na_2CrO_4 + 2Fe_2O_3 + 8CO_2$$

炉料用水浸取，经中和去铝、蒸发、加硫酸使铬酸钠转化为重铬酸钠，反应式如下：

$$2NaCrO_4 + H_2SO_4 = Na_2Cr_2O_7 + Na_2SO_4 + H_2O$$

将重铬酸钠溶液蒸发、结晶制成成品。

2. 从水溶液中分离无机盐。如用分解洗涤法生产氯化钾。将光卤石粉碎后加水分解，再经沉降、离心得粗钾，再用水溶去氯化钠，脱水、干燥即得成品。

3. 合成法制无机盐。如用纯碱制取碳酸氢钠。将纯碱溶于水中，滤去杂质后用二氧化碳窑气碳化，经离心、干燥、粉碎即得产品，反应式如下：

$$Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons 2NaHCO_3$$

4. 其他方法制取无机盐。如用电解氯化钠法制取氯酸钾。食盐水精制后进行电解，再将电解液氯化钾进行复分解，生成氯酸钾，反应液冷却后分离母液，得粗品，再重结晶得成品。

职业危害

1. 在无机盐生产的各个单元操作中，有许多存在职业危害。如在矿石粉碎过程中的尘毒危害、噪声危害和机械伤害；在焙烧过程中应注意灼伤和有毒气体防护；固体物料输送的传动机构在运转中容易将操作人员的衣服、手、头发等卷入；电解过程有氢气放出，与空气易形成爆炸性混合物，遇明火有爆炸危险等。

2. 无机盐生产过程中所用的原料及中间体一些是有毒、腐蚀或有爆炸危险的物质。如硫酸、硝酸、盐酸、氢氧化钠、氢氧化钾都是强酸、强碱；如氨、氯、一氧化碳、硫化氢、二氧化硫、氮氧化物等是有毒和爆炸危险物品；氢氰酸是剧毒气体。

3. 在众多的无机盐中，有一些具有强烈腐蚀性、刺激性和毒性。如：过氧化氢会使皮肤变白，长期接触可致接触性皮炎，接触眼可致不可逆损伤或失明；氯磺酸触及皮肤能引起长久不愈的灼伤；六价铬盐如重铬酸钾急性中毒，吸入可引起急性呼吸道刺激、鼻出血，重者可发生化学性肺炎，慢性影响有接触性皮炎、铬溃疡、鼻炎、鼻中隔穿孔、呼吸道炎症和肿瘤等；氰化钠抑制呼吸酶，造成细胞内窒息，吸入、口服或经皮肤吸收均可引起急性中毒。口服 50 ~ 100 mg即可引起猝死。非骤死者临床表现分为前驱期、呼吸困难期、惊厥期、麻痹期，麻痹期全身肌肉松弛，呼吸心跳停止而死亡。车间容许最高浓度为0. 3 mg/m^3（皮）。也有不少无机盐是易燃易爆、强氧化剂。如：氯酸钾受强热或与强酸接触即发生爆炸，与还原剂等杂质混合形成爆炸性混合物；无机过氧化物与可燃物、有机物等还原性物质混合有爆炸危险。

预防措施

1. 在无机盐生产的各个单元操作中，采取措施预防职业危害。如：矿石粉碎过程中工人应戴防尘口罩、耳塞等，抑制粉尘飞扬；车间厂房通风要良好，防止有毒气体和粉尘聚集；固体物料输送的传动部位应加装防护栏和防护罩，工人应按规定着装和操作；焙烧过程中，特别是点火熄火时，应精心操作防止爆炸和中毒，工人还应防热辐射；电解厂房应加强通风，加装氢气报警器等。

2. 无机盐生产过程中原料及中间体的防护参见有关书籍。

3. 在接触有毒无机盐时，应加强个人防护，严防毒物从鼻、口、皮肤进入人体。工作岗位应有充足自来水供应和洗眼器，一旦沾染及时清洗，紧急时则就医诊治，工作岗位应配备必要的药物。操作人员有异常感觉时应离开现场，呼吸新鲜空气，必要时就医诊治。

4. 对易燃易爆的无机盐产品，如氯酸钾、过氧化物等，在生产、储运、使用过程中应严格按规定操作，工作场所严禁明火，要轻拿轻放，防止摩擦、碰撞，要防止与其他物品混放、防止混入其他杂质。

huaxue shiji shengchan anquan

【化学试剂生产安全】 化学试剂是科学研究和分析测试所用的具有一定纯度的化学药品，广义指实现化学反应所用的化学药品，狭义指化学分析中为确定物质的化学成分、组成含量以及化学结构所用的纯化学药品。化学试剂的门类可依据学科和使用目的划分，较有影响的划分方法有德国伊默克公司和美国西格玛化学公司目录。

化学试剂区别于其他化学品的特征是它的高纯度。依据纯度，化学试剂分为：

1. 优级纯或一级品（GR），适用于精密分析和科学研究；

2. 分析纯或二级品（AR），适用于一般分析和研究开发工作；

3. 化学纯或三级品（CP），其纯度较差，用于工矿的分析化验。

每种市售化学试剂都有相应的质量标准。

另外，为使用的目的，还有诸如基准试剂、光谱纯试剂、色谱纯试剂、超高纯试剂等。

化学试剂具有门类品种多、产量小、服务面广的特点，当前国际市场上流通的化学试剂多达数万种，化学试剂的生产可反映国家化学科学和精细工业的综合水平。

化学试剂的生产多以类似于实验室或中间试验的间断式小批量方式进行，所用设备多是不固定的非定型设备，工艺复杂，生产条件和操作要求极为苛刻，对生产者技术素质要求较高。化学试剂的生产、分离和提纯，实际上覆盖了有机化学、无机化学、分析化学、生物化学等相应学科的各种方法和手段。

职业危害特点及其预防 由于化学试剂生产有几乎覆盖了所有化学品的生产、覆盖了各种化学化工上使用的方法和手段，而且间断、多变、规模很小这样一些特点，所以，生产中使用的容器、反应器、计量器具和管线以玻璃、石英、搪瓷制品居多，易碎易裂；职业危害包括了化学化工生产的所有各类职业危害，但很少酿成大规模的灾难性事故；化学灼伤、烫伤和急性中毒比较突出。预防职业危害的基本措施包括：

1. 门类品种的多样性，决定设备管线布置的多样性。无论是重组的装置，还是利用已经使用过的组合装置进行生产，在使用之前都必须进行置换、清洗、干燥，还要进行功能检查和试漏。此时，除了要注意防爆之外，还须防止中毒和灼伤：

（1）置换，要使惰性气体、蒸汽或水。

(2)清洗,应注意配伍禁忌,即残存物与洗涤液的反应不能引起爆炸。如残存物是有机物,则不能用浓硝酸、浓硫酸、浓洗液进行洗涤;强还原剂性质残留物不得用强氧化剂洗涤;硝基化合物、重氮盐类不得敲击;磺酸盐、氯磺酸及其盐不得用有机溶剂洗涤等。

(3)置换和洗涤过程中可能产生有毒气体或蒸气,注意防止中毒。

(4)设备、管线吹干时,最好使用热氮气。

2. 备料。备料时,仍要注意配伍禁忌、中毒和灼伤:

(1)强酸、强碱可引起严重化学灼伤,保护好眼睛、皮肤。

(2)严防禁配物质接触;要隔离存放。如氯磺酸遇有机物着火,有爆炸危险;高浓度高氯酸或盐溶液极不稳定,会自动分解爆炸;无水高氯酸遇可燃物会发生着火和爆炸。这些物质不能使用油泵进行加压、减压、输送。再如,一级易燃品的存放,除禁止火源外,绝对要与强氧化剂隔离,加盖防止其挥发。另外,低熔点或遇潮能潮解的固体物料一定要用不泄漏的密闭容器盛装,严防变成液体向外流溢引发不测。

(3)严防中毒。氰化物、砷化物、硫化物、磷化合物、卤化物和汞、铅、锑、锡、镍、钡及它们的化合物大都有毒,严防沾染、误食和吸入。还要防止酸、碱、其他刺激性物质或有毒物质灼伤、中毒;氟化氢灼伤初期不易觉察,因人的表皮神经对它不敏感,只有渗入皮下才感到剧痛,此时已难以处理。

在配料和生产过程中要佩戴合乎要求的防护用品,并养成良好卫生习惯。现场应设置清洗皮肤和眼睛的专用设施。

3. 化学试剂生产中各单元操作均存在现实危险性,不可意料的因素相当多,提出通常应注意的事项如下:

(1)硝化、磺化。所用原料是有机易燃品,所用的混合强酸是强氧化剂,产物一般具有爆炸性。应严格按工艺要求控制反应温度、压力、流速、搅拌速度。要备有倒罐的容器。硝化产物不得受强烈振动和冲击。

(2)胺化。原料是醇和氨,均可与空气形成爆炸性混合物。因此反应要充氮保护,禁火,所用电器应是防爆的。

(3)卤化反应。卤化反应是有机化学试剂的重要单元反应,操作时应注意绝对不准使用液氯直接与有机物反应,一律使用通氯气的方法,且应严格控制流速,否则极易爆炸。要严防副产物氯化氢中毒,氯化氢最好利用吸收法加以利用。

(4)重氮化反应。许多重氮盐在温度稍高或光照下易于分解爆炸,一般都在0 ℃以下进行重氮化反应,应特别注意反应产品中不得存在中间产物重氮盐,否则会在后续操作中(如干燥)引发爆炸。重氮化合物应低温避光存放。停用的反应器应注满清水。

(5)蒸馏。有机物质的蒸馏提纯操作应重点防止易燃物泄漏以及其蒸气与空气形成爆炸性混合物。常压蒸馏禁用明火加热,只能用蒸汽或不燃液媒加热;要防止蒸馏过程中生成新的爆炸性物质,例如,醚类蒸馏过程中会形成易爆炸的过氧化醚类,为防止过氧化醚生成,可以在蒸馏中用原还性气体或氮气加以保护,并采取"留底"方法(即底液不要蒸干)。

4. 从事化学试剂生产的人员,要养成良好的工作习惯和卫生习惯,例如:

(1)废液不得互混,各种废液必须稀释后方可用水冲入处理系统,以免造成禁配物质的反应爆炸和产生有毒气体。

(2)废液、废渣不得在生产现场存放过久,应每班自己处理完毕。存放过程中,不要使废料与酸、碱、强氧化(还原)剂接触,以免发生爆炸、着火或产生有毒气体。

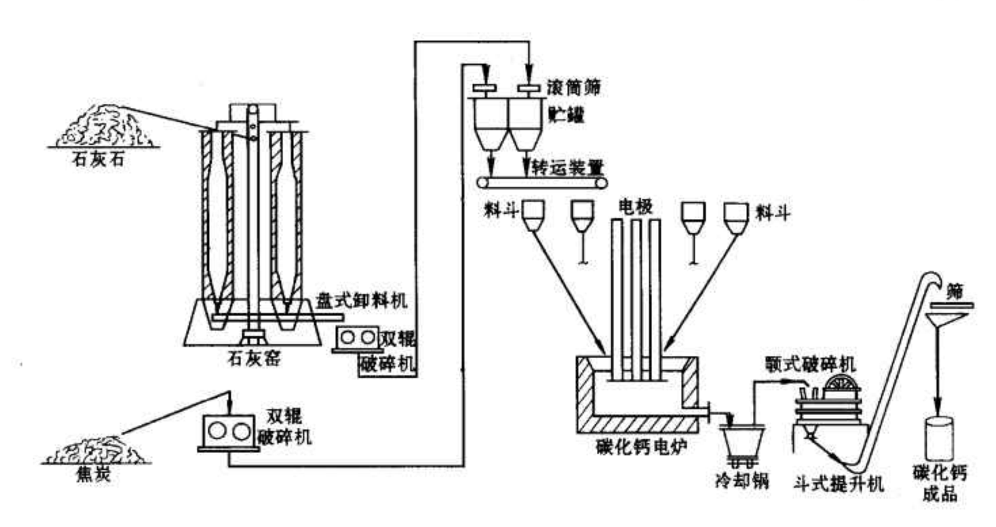
(3)作业时要穿戴和使用必要的防护用品,饮水进食前必须认真洗漱,工作完毕后,要更换服装并洗澡,勿将工作场所的任何物品带至公共场所和生活场所。

tanhuagai shengchan anquan

【碳化钙生产安全】 碳化钙(CaC_2)俗称电石。工业品呈灰色、黄褐色或黑色,含碳化钙较高的呈紫色。其新创断面有光泽,在空气中吸收水分呈灰色或灰白色。能导电,纯度愈高,导电性愈好。在空气中能吸收水分。加水分解成乙炔和氢氧化钙。与氮气作用生成氰氨化钙。

电石是有机合成化学工业的基本原料之一。是乙炔化工的重要原料。由电石制取的乙炔广泛应用于金属焊接和切割。

生产方法有氧热法和电热法。一般多采用电热法生产电石,即生石灰和含碳原料(焦炭、无烟煤或石油焦)在电石炉内,依靠电弧高温熔化反应而生成电石。生产流程如图所示。主要生产过程是:原料加工;配料;通过电炉上端的入口或管道将混合料加入电炉内,在开放或密闭的电炉中加热至2 000 ℃左右,依下式反应生成电石:$CaO + 3C \longrightarrow CaC_2 + CO$。熔化了的碳化钙从炉底取出后,经冷却、破碎后作为成品包装。反应中生成的一氧化碳则依电石炉的类型以不同方式排出:在开放炉中,一氧化碳在料面上燃烧,产生的火焰随同粉尘一起向外四散;在半密闭炉中,一氧化碳的一部分被安置于炉上的吸气罩抽出,剩余的部分仍在料面燃烧;在密闭炉中,全部一氧化碳被抽出。



电石生产工艺流程图

职业危害 据我国1955～1982年事故统计资料，年均千人死亡率为0.281 2，占全国化工各行业的第四位，这表明电石行业的职业危害是较为严重的。表1、表2列出了在伤亡人数、死亡人数方面排在前几位的不同事故类别所占比例。由表1、表2可以看出，在电石生产中造成伤亡人数多的事故类别是机械伤害、火灾爆炸及高处坠落，而火灾爆炸、中毒窒息及灼烫是造成死亡人数多的主要事故类别，亦即多发事故是机械伤害，而后果严重的是火灾爆炸。这反映了电石生产中职业危害的特点。

表1　主要事故类别的伤亡人数对比

	机械伤害	火灾爆炸	高处坠落	灼烫	物体打击	车辆伤害
伤亡人数	65	59	45	29	27	22
%	19.82	17.37	13.72	8.84	8.23	6.71

表2　主要事故类别的死亡人数对比

	火灾爆炸	中毒窒息	灼烫	高处坠落	触电	机械伤害
死亡人数	21	18	12	10	7	7
%	20.59	17.65	11.76	9.80	6.86	6.86

1. 机械伤害

电石生产中有较多的手工操作，在石灰室、原料及成品粉碎机、皮带运输机及电石炉的操作和维护时，稍有不慎即会造成机械伤害。

2. 火灾爆炸

(1)电石炉的电极软断是导致火灾爆炸事故发生的重要原因之一。

(2)电石炉漏水是另一重要原因。由于漏水使炉内氢含量增加，或因水遇熔池高温迅速汽化，均可引起爆炸事故。

(3)明弧操作会出现大喷料、大塌料等现象，严重时甚至抽气系统内也进入空气而引起爆炸。

(4)电石生产时生成的一氧化碳外泄会引起火灾爆炸。

(5)电石遇水或受潮，即会放出极易引起燃烧、爆炸的乙炔。

(6)灼烫。在炉料料面上工作时，有可能陷人料层中而导致严重的烧伤事故；电石炉内的电石呈高温熔融状态，因电极软断或明弧操作等原因引起的喷料极易造成灼烫事故。

3. 尘毒危害

(1)碳化钙能造成皮肤损害，引起皮肤瘙痒、炎症、“鸟眼”样溃疡、黑皮病。由热的碳化钙引起的烧伤是工业生产中最常见的事故。皮肤灼伤表现为创面长期不愈及慢性溃疡型。接触工人出现汗少、牙釉质损害、龋齿发病率增高。

(2)电石炉中生成的一氧化碳、二氧化硫及排出的粉尘，对人的呼吸器官、眼睛及皮肤都有危害。

(3)碳化钙可能含有的杂质磷酸钙或砷酸钙，遇湿后释放出磷或砷，两者均是剧毒物，碳化钙遇湿放出的乙炔对人也有危害。

预防措施

1. 破碎机、皮带运输机等机械装置的安全防护设施要齐全、可靠，操作人员应严格执行操作规程。

2. 不使用不合格的电极糊，不多放没有焙烧好的电极，下放电极时和下放电极后几分钟内要注意电极质量，尽量少移动电极或不移动电机，采取各种措施预防电极软断。一旦发生软断要立即处理。

3. 保持电极工作长度,特别是半密闭炉和密闭炉,绝对不允许明弧操作和干烧。

4. 炉体通水部位,冷却水要保持畅通并不漏水。

5. 炉气净化系统开车前,必须进行气体置换,使含氧量不超过 3%。

6. 电石储槽、提升机、密闭滚筒筛开车前要通入氮气等惰性介质,定期分析乙炔气体含量,其值不应超过 0.2%。

7. 有可能散发一氧化碳的场所要有防火措施,设置一氧化碳检测仪,避免火灾和中毒。

8. 佩戴好个人防护用品。

9. 搬运电石桶时,一定要轻拿轻放,避免撞击;电石的包装、贮存、保管和运输要注意防潮并严格执行有关安全规定。

ranliao shengchan anquan

【染料生产安全】 染料是指能选择性地传递(反射、透射)不同波长可见光,以把颜色转移到所涂染的物体上的产品。虽然许多合成化学品都有本身的颜色,但不能因此认为它们具有染料特性。染料的着色质量与其特有的化学结构有关,它们通常都具有大共轭分子结构,如三苯甲烷结构、靛蓝结构、酞菁结构、蒽醌结构、多芳杂环结构、偶氮(重氮)结构、醌亚胺结构等基本结构。为符合特殊要求,在基本结构中引入各种化学基团以获得不同色相、不同深度和所要求的牢度、溶解度。染料可按其基本化学结构分类。也常按使用类别分为酸性染料、还原染料、硫化染料、活性染料、阳离子染料、分散染料等。

煤化工和石油化工产品是染料工业的主要原料来源。合成染料的生产工艺复杂,但大致可归纳成三个步骤,即:

1. 基本原料(苯、萘、蒽等等)经过硝化、磺化、卤化、还原、碱溶、氨化、水解、酰化等化学反应,制成染料中间体。

2. 中间体经烷基化、重氮化、闭环、偶合、缩合等单元反应合成出原染料。

上述两步中,各工序与工序之间常采用中和、过滤、冷却(冰析)、盐析、鼓泡等方法分离中间产物或提高质量、纯度。

3. 原染料经提纯、干燥、粉碎、后加工处理、包装等工序制成染料商品。

职业危害

染料生产大多是间歇式单元反应和单元操作,品种多规模小,设备工艺比较落后,火灾和爆炸和中毒事故时有发生,但少见大规模社会灾难性事故。

1. 火灾和爆炸。火灾和爆炸是染料生产过程中的主要危害。原料、中间体、成品均为可燃物质,有的可分解爆炸,有的与空气形成爆炸混合物。在硝化、磺化、卤化甚至鼓泡等各工序极易引起着火爆炸。主要原料、中间体的燃爆数据见下表。

染料主要原料、中间体的燃爆数据

序号	名称	闪点(℃)	自燃点(℃)	爆炸极限(%V)
1	氢	< -50	400	4.1~74.1
2	氨		651	15.7~27.4
3	甲醇	11 12	385	5.5~44.0
4	乙醇	12	363	3.3~19.0
5	环氧乙烷	-17.8	429	3.0~100
6	丙烯腈	-5	480	2.8~28.0
7	苯	-11	555	1.2~8.0
8	甲苯	4.4	535	1.2~7.0
9	萘	78.9	690	0.9~5.9
10	蒽	121	540	0.6~
11	蒽醌	185		
12	苯酚	79.4	716	
13	苯胺	76	630	1.2~11.0
14	氯苯	28	590	1.3~11.0
15	硝基苯	88	480	1.8~
16	对硝基甲苯	106	390	
17	苯酐	151.7	570	1.7~10.4

2. 中毒。染料生产所用的基本原料如氯、氨、光气、环氧乙烷、丙烯腈、甲醇等等,都是有毒物质。中间体制备和染料合成过程常有副产物有毒气体如氯化氢、氰化氢、硫化氢、氯化烃等生成。上述物质的泄漏可引起急性中毒,检修、进塔入罐作业还会发生缺氧性窒息,都可对人造成伤害,甚至死亡。

苯对人的长期影响是损害神经系统和血液系统,慢性苯中毒的患者中还发现了白血病。

3. 致癌。染料生产的原料和中间体,个别的有致癌作用或可疑致癌作用,其中 β—萘、胺、联苯胺已确定为致癌物质。其他可疑致癌物有 4—氨基联苯及其盐、4—氯联苯及其盐、氯甲醚等。

4. 过敏性反应和灼伤。气体原料或原料的蒸气、反应废气、粉尘,大都对人体有不同程度的致敏性,一般是引起皮肤红肿、水泡、湿疹和过敏性皮炎,有时还会刺激角膜、结膜。染料粉尘可对粗糙皮肤引发色素沉着。

三酸(硫酸、盐酸、硝酸)、两碱(烧碱、纯碱)是生产现场常用的原料,常造成腐蚀性化学灼伤。

安全措施

1. 充分掌握原料、中间体和副产物的燃爆特性,严格控制原料和中间体的质量,分析它们的质量对

安全的影响。如对于易燃液体、易燃固体、遇湿易燃品、氧化剂和过氧化物应分类隔离贮存和放置，严禁混存混放。液氯与有机可燃液体接触会发生爆炸，氯气可与氢气、有机蒸气形成爆炸性混合物；可燃蒸气均能与空气或氧气形成爆炸性混合物；硝酸、浓硫酸与甲醇、乙醇、醚等的反应失控亦可发生爆炸。因此不仅在存放时要避免禁配物质混存混放，还要尽力在操作中避免形成爆炸性混合物。再如，干燥的对硝基酚钠、芳族重氮盐等极易自燃或分解爆炸，这类物料的出料宜采用悬浮或溶液出料法，且流速不宜过快，以免在机械或压力出料的摩擦作用下引发爆炸。

2. 对各单元反应，应严格按工艺安全规定控制原料的配比和加料顺序，单元操作工艺条件中的温度、压力、流量要精心观察和控制，严防反应过剧，严防反应不均匀，致使反应热来不及移出而导致温度或压力急剧上升，发生冲料甚至爆炸。为此，第一要仔细检查冷却系统有无堵塞和冷媒有无中断；第二，投料温度不可过高亦不可过低，过高会引起反应过剧，过低则使反应不完全而积累的大量未反应物又会在条件适宜时迅速反应，这都是很危险的；第三，合理的搅拌速度是保证反应均匀和平稳的重要条件，必须使搅拌处于完好可控状态，不留搅拌死角；第四，反应结束后，若用鼓泡法（吹气法）除去杂质时，如果物料或杂质是可燃的，则不能使用空气鼓泡，而应使用惰性气体或蒸汽。若物料的电阻率在 $10^{10} \sim 10^{15}\Omega\cdot cm$之间，一般不宜采用鼓泡法，以免产生静电，必须用鼓泡法时亦必须采取相应的防止和消除静电的措施，且用氮气鼓泡。

3. 反应器应符合各类单元反应的质量要求，包括材质、厚度、工作压力和温度范围以及必要的安全附件，如超温超压报警装置、卸压和泄压装置。定期及时清除反应器结垢结疤。其他压力容器亦应按压力容器和气瓶安全技术监察规程的规定不得串用、超装、失检和带病使用。

4. 有条件的企业，应为硝化、氯化、磺化、重氮化和还原等反应器设置单元安全监控系统装置，包括液位、流速、温度、压力等基本反应参数的自动监测、自动超限报警和自动应急控制。

5. 染料后处理和包装的粉尘危害可用负压操作加以减轻，或采用密封性好的自动化设备。

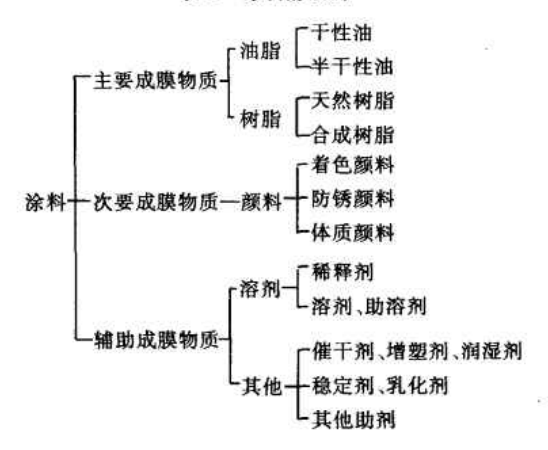
6. 设置水淋洗或洗眼设施。

tuliao shengchan anquan

【涂料生产安全】 涂料是指应用于物体表面能形成一层具有保护和装饰膜的一种工程材料。涂料俗称油漆，早期的油漆是用植物油和从漆树上采集的漆液制成的，故称作油漆。涂料多是黏稠的液体，常常有气味且易燃易爆，也有些涂料是粉末状的固体。

涂料主要具有装饰和保护作用。专门用途的各种特种涂料还分别具有耐酸、耐碱、防锈、防藻、杀虫、防霉、伪装、绝缘、耐燃隔热等良好性能。

表1 涂料的组成

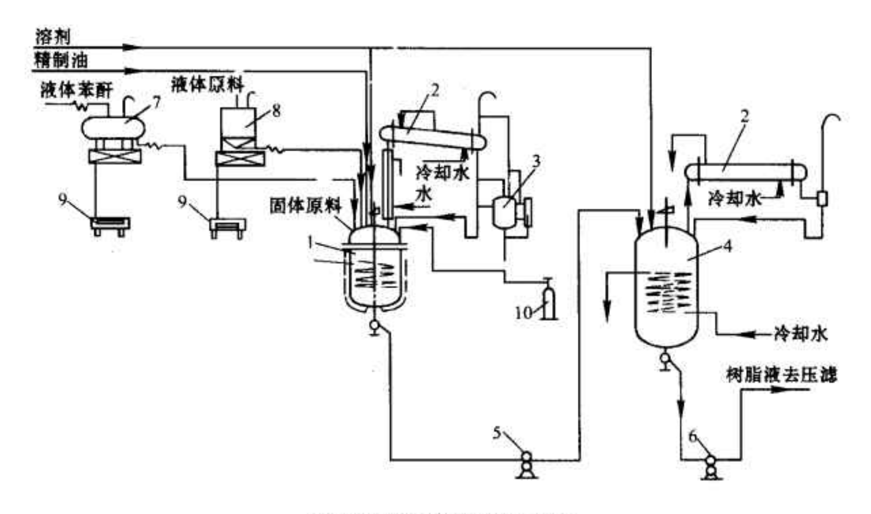


涂料的组成如表1所示，它包括主要成膜物质（油脂、树脂）、次要成膜物质（颜料）和辅助成膜物质（溶剂、其他）。我国涂料产品的分类是以涂料组成中主要成膜物质为依据的，具体分类见表2。其中醇酸树脂漆和硝基漆的产量最大。在涂料生产中醇酸树脂约占50%以上，已成为性能优越、使用最广泛的一种树脂。

表2 涂料的分类

代号	涂料类别	代号	涂料类别
Y	油脂漆类	X	烯烃树脂漆类
T	天然树脂漆类	B	丙烯酸漆类
F	酚醛树脂漆类	Z	聚酯漆类
L	沥青漆类	H	环氧树脂漆类
C	醇酸树脂漆类	S	聚氨酯漆类
A	氨基树脂漆类	W	元素有机漆类
Q	硝基漆类	J	橡胶漆类
M	纤维素漆类	E	其他漆类
G	过氯乙烯漆类		

涂料生产主要包括树脂和色漆两大部分。树脂生产主要包括植物油精制、油基漆料生产和合成树脂生产三部分，这是制备主要成膜物质的过程。色漆生产是在主要成膜物质中加入颜料、溶剂及有关助剂后，通过漆浆配制、研磨、调漆、过滤、包装等工序制取成品的过程。不含有颜料的称为清漆。溶剂法醇酸树脂的生产流程如下图所示。



醇酸树脂生产典型流程图

1—反应釜　2—冷凝器　3—分水罐　4—稀释罐　5—送料泵　6—出料泵

7、8—计量罐　9—磅秤　10—CO_2钢瓶

职业危害

1. 火灾爆炸危险

涂料生产中由于存在着原料危险性大、溶剂容易挥发、可能的点火源多等特点，使涂料生产中的火灾爆炸危险较大。

2. 所使用的原料，绝大部分是易燃易爆物质，其中以易燃和可燃液体的数量最大。闪点在28 ℃以下的有苯、甲苯、二甲苯、丙酮、乙醇、醋酸乙酯等；闪点在28.1～45 ℃的有溶剂汽油、丁醇、环乙酮、苯乙烯、丙烯酸乙酯、松香水等。

涂料生产的原料还有爆炸性物质，如硝基漆的主要成膜物质——硝化棉。它是一种白色或微黄色棉絮状的固体，遇明火、高温、氧化剂和有机胺类都会发生燃烧爆炸。

涂料生产中还使用过氧化苯甲酰、过氧化环己酮和过氧化氢等有机过氧化物。这类氧化剂遇热分解放出氧气，一旦接触火种就会猛烈燃烧。经摩擦、振动、撞击等外界因素的作用也会引起燃烧或爆炸。

3. 涂料生产多是间歇生产，设备密闭性较差，因而有较多的易燃、可燃蒸气散发出来。在植物油精制、色漆配料及拌和工序、研磨、配漆、过滤及包装工序，均会有大量的溶剂挥发出来。

4. 油脂熬炼和树脂生产加热炉会用明火加热，此外，未经研磨的色浆特别是华蓝、铬绿、炭黑、甲苯胺红等颜料配制的色浆在放置中可能自燃；在挥发性漆生产中的轧片工序，在轧制用硝化棉作主原料的漆片和用过氯乙烯作主原料的漆片时，均会因含有铬黄颜料引起火灾；在搅拌及其他运转部位如润滑不当等也会成为着火源。

静电危害在涂料生产中也较为明显：输送甲苯等溶剂时可能发生静电火花；配料时倾倒铝粉或苯酐、季戊四醇、松香等有机粉料时会产生静电；在树脂兑稀过程、调漆搅拌过程及溶剂、树脂、漆浆的过滤过程中，都会产生静电；在轧制漆片时可能产生静电；甚至在用溶剂等清洗容器时也会产生静电。

总之，工艺的特点决定了在涂料生产中可能存在着较多的点火源。

尘毒危害

1. 涂料的原料除具有易燃易爆特性外，还具有毒性。其中主要为有机溶剂如苯、甲苯、二甲苯、醇、醚、酯等，在稀释过程中接触较多。尚有苯酐、三聚氰胺、氯丙烷、甲苯二异氰酸酯等毒物。生产甲基丙烯酸甲酯时可接触到剧毒物如氰氢酸、氰化钠等。在炼制植物油时，逸出的油烟中所含的丙烯醛对人体有害。

2. 在色漆生产时，称量、混合、搅拌等过程中会接触到铅、铬、镉的粉尘。

此外，在涂料生产中还存在着物料溢出致人灼伤和其他一些机械伤害事故。

预防措施

预防火灾爆炸：

1. 涂料生产中大多属于火灾危险性分类中的甲类生产，应按规范做好防火、防爆工作。

2. 尽量做到设备密闭化，实现机械化、自动化操作，减少溶剂的挥发，杜绝跑、冒、滴、漏。

3. 厂房通风良好。

4. 避免摩擦和撞击引起的火花，保持运转设备润

滑良好,禁用铁质工具。

5. 按规定配置防爆电气设备。

6. 加强明火管理。油脂熬炼和树脂生产加热炉的明火要有隔离措施。

7. 加强生产工艺条件的控制。禁用不合格原料、注意投料顺序和投料速度,严格控制加热温度和升温速度、配好的色浆要立即轧制以防止自燃、重要反应设备配置两套温度控制仪表、以有机载热体加热取代明火加热等。

8. 落实各种防静电措施。

9. 溶剂及成品的贮存要执行有关规定。

预防中毒:

1. 改革生产工艺,采用无毒、低毒原料替代高毒原料。如生产硝基喷漆和过氯乙烯漆的稀释剂,可用抽余油代替甲苯;采用无溶剂研磨工艺以减少溶剂挥发;开发无毒新型涂料,如各类丙烯酸乳胶漆、水溶性涂料和电泳漆等。

2. 采用新技术、新设备,实现密闭化和自动化操作。如采用密闭的过滤器、密闭式砂磨机等,配料工序采用负压输送粉料等。

3. 良好的通风以降低尘、毒物质浓度。

(四)兵器工业安全

bingqi gongye shengchan anquan

【兵器工业生产安全】 兵器行业中的火炸药和弹药工厂生产中接触大量易燃易爆、有毒有害的化工原材料、火炸药及其制品,危险性大,发生事故后果十分严重。鉴于此,兵器行业在长期的生产实践中,一直对安全工作十分重视,为实现安全生产,兵器行业认真贯彻"安全第一,预防为主"的方针,加强安全管理,健全组织机构,制定了一系列的法规制度,开展安全教育,坚持安全检查,实施安全生产责任制,努力改善劳动条件,安全生产工作基本上做到了经常化和制度化,保障了职工的安全与健康,促进了兵器工业军民品科研、生产、经营的持续发展。

1. 坚持"安全第一,预防为主"的方针,建立健全安全卫生法规、标准

在《劳动法》和《兵器工业总公司关于加强安全生产工作的决定》的指导下,兵器行业初步建立起适应经济体制要求的安全生产法规体系,经过长期摸索,建立了适合兵器行业特点的安全生产保障体系,由八个分体系组成:

(1)以"一把手"为安全生产第一责任人的各级安全生产责任联保体系。

(2)以党政工团齐抓共管为主要特点的"全面"安全管理体系。

(3)以"建设标准化班组"和"安全生产优秀班组"竞赛为主要内容的"全员"安全管理体系。

(4)以按生产线开展安全性评价为主要形式的"全过程"安全管理。

(5)以安全卫生"三同时"监督和"三级危险点巡回检查网络管理"为重点的安全生产监督体系。

(6)强激励性的安全生产考核与奖励体系——实行"安全生产累进奖"和"安全奖励票""违章或事故处罚单"制度。

(7)广泛的安全文化宣传教育体系——安全文化思想宣传教育和安全法规、安全知识、事故案例教育。

(8)意外伤害与事故损失赔偿体系——安全生产与参加保险。

2. 推行现代安全管理方法,健全法规制度,落实各级安全生产责任制

为巩固治理整顿成果,必须不断完善立法,使安全生产走上正规化。推行现代管理方法,是搞好安全生产的科学方法,落实各级安全生产责任制,是搞好安全生产的核心工作。为此,兵器总公司根据国家有关法规,结合兵器工业的特点,修订颁发了《兵器工业企、事业单位安全生产责任制》《兵器工业企、事业单位伤亡事故管理规定》等法规制度,各企业也相应健全了各项安全生产规章制度,使兵器行业安全生产基本做到了有章可循。在安全生产的管理上,重点抓了"谁主管、谁负责"的各级安全生产责任制的贯彻落实,推行了"安全系统工程""三级巡回检查网络""危险点控制管理""全面安全管理""安全性评价""危险源评估"等现代科学安全管理方法,兵工行业安全管理水平因而提高到一个新的台阶。

3. 加强安全技术教育培训和学术交流,积极开展安全生产竞赛活动

坚持安全教育培训,提高职工素质,是搞好安全生产工作的前提;开展安全生产竞赛活动,是搞好安全生产的有效形式。

总公司积极创造条件确保教育先行,在太机、华工、北理工等大专院校,相继建立了安全工程系和安全工程专修科,为兵工企业培养了大批的后备力量。

到目前为止,兵器直属企业已有约70%的单位建立了自己的劳动保护教育室,建立了东北、华北、西北、西南、中南5个地区安全技术教育中心,这5个教育中

心，基本覆盖了兵工企事业所在地。由中心分期分批举办安全研讨班，培训骨干，分头传播，由少到多，逐渐在企业中掀起一个宣传安全文化的高潮，从而营造了一个安全文化气氛。之后，再选企业试点，建立安全文化模式，积累经验，推而广之，把推行安全文化与遏止重大事故结合起来。

4. 积极开展安全性评价工作，组织安全监察评价队伍，进行安全检查

安全性评价工作是总公司重点抓的工作。为了开展好这项工作，首先从教育培训入手，提高各级人员对安全性评价的认识，同时组织制定了机械、弹药、火炸药、火工品、靶场等几个兵工行业的安全性评价标准，并颁发了"兵器工业机械工厂安全性评价标准""兵器工业弹药生产安全性评价标准实施细则""火炸药、火工品、引信、靶场安全性评价标准""危险源评价与安全保障体系"等重要文件，对企业正确领会和指导安全评价工作起到了很好的作用。在此基础上，组建了安全性评价评审员队伍。兵器工业已有70家企业通过了终评验收，并且创造了许多好经验。该队伍在每年年终安全大检查和专业检查中发挥了重大作用，及时发现和解决了企业存在的实际问题。实践证明，兵器工业多年来实行安全监察制度是十分有效的好形式，安全检查促进了安全生产。

5. 抓好安全技术科研和安全技术改造

由于兵工弹药企业建厂较早，设备、设施陈旧，工艺相对落后，技术后方老化，不仅难以保障产品质量和生产进度，而且存在着严重的不安全隐患，一旦发生事故，将给国家和人民生命财产带来巨大损失。20年间，兵器工业完成了一批安全技术科研和安全技术改造项目共35项。如防火防爆，自动雨淋、防静电危害、危险作业的隔离、遥控和自动报警、爆炸灾害仿真模拟技术、弹药生产工艺设备安全研究、阻燃技术等方面的科研项目，以及软科学课题如"火药炸药弹药工厂重大危险源定量评估方法""在役锅炉、压力容器安全评估与爆炸预防技术的研究"等，这些成果大部分已用在生产上。近20多个企业通过了危险源评估，13个企业正在实施技术改造项目。这些项目的实施，为企事业单位的安全管理提供了先进技术，有力地保障了企事业单位的安全生产。同时，采取特殊的安全技术和管理措施，加强对火炸药等危险品科研、生产、储存、运输过程中的管理。"九五"期间，兵器总公司根据市场经济的新形势，修订了《兵器工业易燃易爆科研试验安全管理规则》和《火药、炸药、弹药、引信和火工品工厂安全技术管理规程》，制定了《危险品储存、运输安全技术规程》，并严格监督检查，督促企业贯彻执行，完善预警措施，即制定预警和紧急处置方案，报企业主管部门和当地政府备案。

6. 搞好事故管理，做好企业的安全承包和企业科研开发的安全考评工作

事故管理是搞好安全工作的重要内容，总公司对所发生的事故，本着"三不放过"的原则，要求必须认真查处，对重大事故，要及时赶到现场，查找原因，参与处理，制定改进措施。对于重大事故，总公司要在全行业通报，促使各企业以此为鉴认真吸取事故教训，落实整改措施。对科研试验、定型生产、储运过程，要进行安全论证，杜绝和减少事故发生。企业承包的安全考评，总公司严格按事故爆炸标准行使否决权，安全是否达标，也是判断企业承包水平的一个重要标准。

7. 切实做好民品生产和服务场所防火安全工作

车辆、化工、光电是兵器工业的三大支柱。民品行业，车辆生产中大量使用涂料、稀释剂，试车中需用大量的汽油。这些易燃液体产生火灾的危险性很大。化工生产中的许多原材料、中间体等大多是易燃液体或气体，生产过程又是在高温、高压下进行，预防火灾极为重要。光电企业使用酒精、乙醚等清洗玻璃及仪器，也有一定的火灾危险性。因而做好防火工作，保障安全生产应是安全工作的又一重要责任。

（五）石油石化工业安全

lianyou shengchan anquan

【炼油生产安全】 中国是世界上最早发现、利用石油资源的国家之一。我国石油产品品种较为齐全，除能满足国内需要外，还可部分出口。我国39类炼油生产装置名称见表1。

表1　我国39类炼油生产装置名称

序号	装置名称	序号	装置名称
一	燃料油系统	12	加氢裂化
1	常减压	13	气体分馏
2	电脱盐	14	烃类—蒸汽转化制氢
3	电化学精制	15	气体脱硫
4	催化裂化	16	硫磺回收
5	催化重整	17	临氢降凝

续表

序号	装置名称	序号	装置名称
6	热裂化	18	汽油脱硫醇
7	延迟焦化	19	MTBE
8	减黏裂化	二	润滑油系统
9	烷基化(H_2SO_4)	20	溶剂脱蜡
10	烷基化(HF)	21	分子筛脱蜡
11	汽柴油加氢	22	压榨脱蜡
23	尿素脱蜡	32	润滑油白土精制
24	石蜡发汗	33	溶剂脱沥青
25	石蜡白土精制	34	氧化沥青
26	石蜡加氢	35	合成烃润滑油蜡裂解
27	石蜡成型	36	合成烃润滑油重合
28	润滑油加氢	37	合成烃润滑油常减压分馏
29	糠醛精制	38	润滑脂
30	酚精制	39	环烷酸
31	NMP 精制		

炼油厂类型:炼油厂是以各类原油为原料,采用物理分离和化学反应的方法得到石油燃料、润滑油、石蜡、沥青、石油焦、液化石油气和石油基本化工原料等产品。按照原油性质,生产出不同类型的产品特性,炼油厂可分为五种类型:①燃料型;②燃料—润滑油型;③燃料—化工型;④燃料—润滑油—化工型;⑤燃料—化肥—化工型。从当前石油加工的趋势看,单纯的生产燃料或燃料—润滑油石油制品的企业已逐步转为以炼油为龙头向深度加工转化,同时还生产化肥、基本化工原料和各类化工产品,以充分利用资源取得最佳效益。

主要炼油生产装置:随着科学技术发展,炼油厂的生产规模越来越大,一般都有十几套或几十套装置组成。炼油生产主要装置介绍如下。

1. 常减压蒸馏。它是每个炼油厂必须有的炼油加工的第一道工序,也是最基本的石油炼制过程。它采用蒸馏的方法反复地通过冷凝与汽化将原油分割成不同沸点范围的油品或半成品,得到各种燃料和润滑油馏分,有的可直接作为产品调和出厂,但大部是为下一道工序提供原料。该装置通常由电脱盐,初馏、常压和减压蒸馏等工序组成。

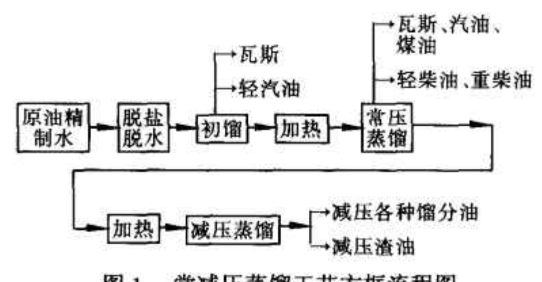


图 1　常减压蒸馏工艺方框流程图

首先将原油换热至90 ~ 130 ℃加入精制水和破乳剂,经混合后进入电脱盐脱水器,在高压交流电场作用下使混悬在原油中的微小液滴逐步扩大成较大液滴,借助重力合并成水层,将水及溶解在水中的盐、杂质等脱除。经脱盐脱水后的原油换热至220 ~ 250 ℃,进入初馏塔,塔顶拔出轻汽油,塔底拔顶原油经换热和常压炉加热到360 ~ 370 ℃进入常压分馏塔,分出汽油、煤油、轻柴油、重柴油馏分,经电化学精制后作成品出厂。常压塔底重油经减压炉加热至380 ~ 400 ℃进入减压分馏塔,在残压为2 ~ 8 kPa下,分馏出各种减压馏分,作催化或润滑油原料。减压渣油经换热冷却后作燃料油或经换热后作焦化、催化裂化,氧化沥青原料。

2. 催化裂化。催化裂化是重质油轻质化的最重要的二次加工生产装置。它以常压重油或减压馏分油掺入减压渣油为原料,与再生催化剂接触在480 ~ 500 ℃的条件下进行裂化、异构化、芳构化等反应,生产出优质汽油、轻柴油、液化石油气及干气(作炼油厂自用燃料)。使用催化剂的主要成分是硅酸铝,现大都为高活性的分子筛催化剂。反应后的催化剂经700 ℃左右高温烧焦再生后循环使用。催化裂化生产工艺方框流程见图 2。

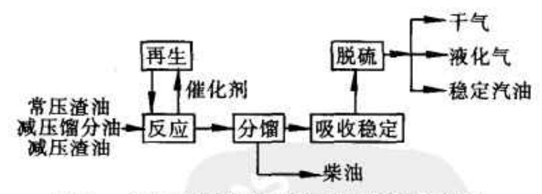


图 2　重油催化裂化生产工艺方框流程图

3. 加氢裂化。加氢裂化是重质油轻质化的一种工艺方法。以减压馏分油为原料,与氢气混合在温度400 ℃左右,压力约17 MPa和催化剂作用下进行裂化反应,生产出干气、液化石油气、轻石脑油、重石脑油、航空煤油、轻柴油等产品。其生产方案灵活性大,产品质量稳定性好,但由于该装置对设备要求高,工艺条件苛刻,投资高,因而加氢裂化总加工量远不如催化裂化装置。

加氢裂化生产工艺方框流程见图 3。

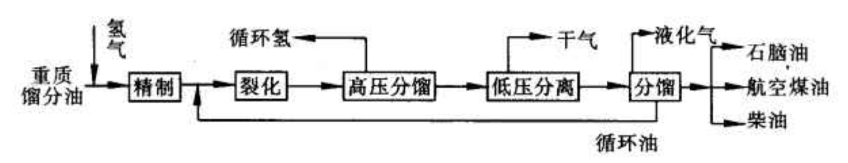


图 3　加氢裂化生产工艺方框流程图

4. 催化重整。由常减压蒸馏初馏塔、常压塔顶来的直馏轻汽油馏分，经预分馏切出60 ℃以前的馏分，将60～180 ℃轻烃组分与氢气混合后，加热至280～340 ℃进行预加氢，以去除硫、氮、氧等杂质，再与氢气混合加热至490～510 ℃进入重整反应器，在铂催化剂的作用下，进行脱氢芳构化反应和其他反应生成含芳烃量较高的高辛烷值汽油（重整汽油），可直接用作汽油的调和组分，也可经芳烃抽提，分离提取苯，甲苯、二甲苯等化工产品。副产品有液化石油气和氢气。氢气可作为加氢精制和氢裂化装置用氢的主要来源。因而加氢精制往往与重整组成联合生产装置催化重整加氢精制。生产工艺方框流程见图4。

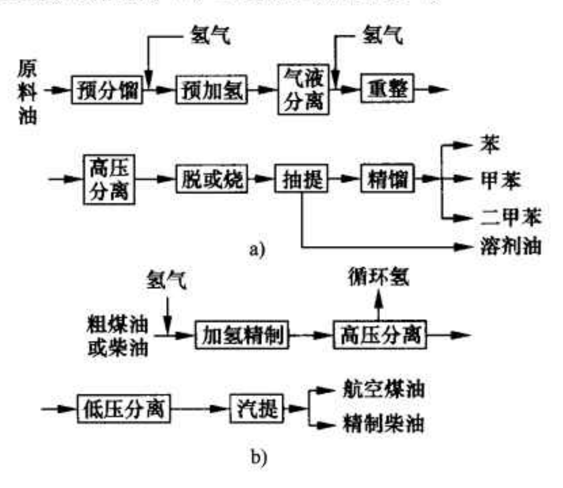


图 4　催化重整—加氢生产工艺方框流程图
a）催化重整　b）加氢精制

5. 延迟焦化。以减压渣油为原料，经加热至500 ℃左右，进入焦炭塔底部，在塔内进行较长时间的深度分解和缩合等反应。反应后的油气自焦炭塔顶逸出，经分馏得到气体、汽油、柴油、蜡油、重质馏分油等产品。焦化反应生成的焦炭则聚集在焦炭塔内，经大量吹入蒸汽和水冷后，用高压水（压力13～15 MPa，流量140 m^3/h）进行水力切割，变为块状石油焦成品。

焦化所产汽油、柴油很不稳定，含胶质高、颜色易变深并且含杂质多，必须进一步精制才能作为成品出厂。焦化重质馏分油作为催化裂化原料。石油焦可广泛用于冶金或作为化工生产的原料。

延迟焦化生产工艺方框流程见图5。



图 5　延迟焦化生产工艺方框流程图

6. 气体分馏。以脱硫后的液化石油气为原料，用精馏的方法分离制取丙烷、丙烯、丁烷、丁烯等组分，为石油化工生产提供原料的生产过程。其工艺大都采用五塔流程。精馏塔在1～2.2 MPa的压力和稍高于常温条件下操作。气体分馏生产工艺方框流程见图6。

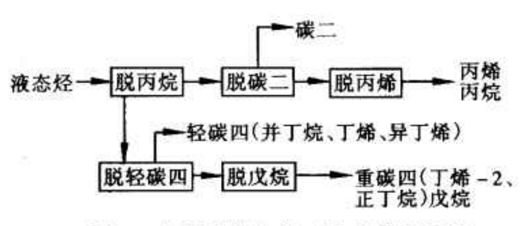


图 6　气体分馏生产工艺方框流程图

7. 烷基化。从气体分馏送来的异丁烷—丁烯混合碳四为原料，经吸附干燥进入反应系统，在催化剂氢氟酸或硫酸作用下，通过烷基化加成反应，生成高辛烷值烷基化汽油，是生产航空汽油和高标号车用汽油的理想调和组分。烷基化生产（氢氟酸法）生产工艺方框流程见图7。



图 7　烷基化（HF 法）生产工艺方框流程图

石油产品精制：炼油加工过程中生产的产品大多为半成品，需要进行精制才能作为成品出厂。石油产品所采用的精制方法，可以是一种，也可能是多种方法的组合，见表2。

表2　各类石油产品的精制方法

序号	产品名称	精制方法
1	液化石油气	碱洗、乙醇胺脱硫、脱硫醇(脱臭)
2	汽油	电化学精制(碱性、水洗)、脱硫醇(脱臭)加氢精制
3	喷气燃料	碱洗、脱硫醇、分子筛脱蜡、加氢精制
4	煤油	电化学精制(酸洗、碱洗、水洗)加氢精制
5	柴油	电化学精制、尿素脱蜡、加氢精制
6	润滑油	溶剂脱蜡、溶剂精制(糠醛、酚、NMP精制)溶剂脱沥青、加氢精制、白土精制
7	石油蜡	溶剂脱油、加氢精制、白土精制

(1)液化气和轻质油精制。原油蒸馏的直馏轻烃、轻质油品(汽油、煤油、轻柴油)和二次加工生成的轻质油品及液化石油气通过碱洗、脱硫醇、加氢精制等除去硫化氢、烷基酚、环烷酸和部分硫醇等,以得到合格的成品。

(2)润滑油精制。常减压蒸馏生产出的润滑油料必须精制才能得到合格的润滑油产品。目前,广泛采用糠醛、酚或NMP等三种不同的溶剂精制工艺(选其一种),以脱除油料中的多环短链烃类,以及硫、氮、氧的化合物和少量胶质、沥青质等。经溶剂精制的润滑油,还有少量有胶质、溶剂等杂质,需用白土进行吸附精制,使润滑油颜色变好,抗氧化安定性增强。石蜡基和中间基原油蒸馏得到的润滑油原料中都含有蜡,这些蜡的存在会影响润滑油的低温性能。常采用丙酮、苯、甲苯或丁酮、甲苯等混合溶剂脱去油料中的石蜡,以降低润滑油的凝固点,并得到副产品石蜡。润滑油经溶剂脱蜡后,再用加氢精制或白土精制的方法除去油品中所含的溶剂、烯烃、有机酸、胶质等,进一步改善润滑油质量。对于生产高黏度的残渣润滑油料,必须先经溶剂脱沥青(一般用丙烷作溶剂),得到脱沥青油,然后再进行溶剂精制、溶剂脱蜡和加氢精制。

(3)石油蜡精制。由溶剂脱蜡和其他过程生产的石蜡原料一般含油较多并有稠环芳烃、烯烃、硫、氮、氧的化合物等杂质,必须进行精制。目前大多采用溶剂蜡脱油和石蜡加氢精制的方法。

(4)燃料油精制。含硫原油生产的减压渣油通常含硫较高,如果作燃料使用会污染环境并腐蚀锅炉设备,一般经减黏处理使减压渣油转化为低黏度低凝点的燃料油,然后经渣油加氢脱硫工艺生产低硫优质燃料油。

职业危害　炼油厂生产所用物料大都具有易燃、易爆、有毒、有害、易腐蚀的特点。其工艺过程具有高温、高压、自动化程度高、生产连续性强的特点。火灾、爆炸、中毒、灼伤和噪声是炼油过程中的主要危害。尤以火灾爆炸对炼油厂生产安全和人身安全威胁最大。几种常见石油产品的爆炸极限见表3。

表3　常见石油产品的爆炸极限

序号	产品名称	爆炸极限(%)体积		序号	产品名称	爆炸极限(%)体积	
		下限	上限			下限	上限
1	汽油	1.4	7.6	7	苯	1.5	9.5
2	航空煤油	7.4	7.5	8	丙烯	2.0	11.1
3	煤油	1.4	7.5	9	丁烯	1.7	9.0
4	溶剂油	1.4	6.0	10	异丁烷	1.6	8.4
5	丙烷	2.9	9.5	11	丙酮	2.6	12.8
6	甲苯	1.28	7.0				

1. 火灾爆炸。生产装置由于误操作或外界影响(如原料含水过高、阀门失灵等),有时压力超高,会引起分馏塔顶安全阀启跳,使油气携带热油溅落在热油管线或蒸汽管线上引起大火。催化裂化装置的反应器和再生器压力失去平衡,导致催化剂倒流烧焦空气与高温热油互窜,发生设备损坏或爆炸等重大事故。减压蒸馏系统如果密封性能不好,空气进入减压塔内也会引起爆炸燃烧。

炼油装置的热交换器的浮头、连接法兰的垫片损坏或操作压力升高而漏油着火也很常见。各分馏塔的回流罐、中间原料罐、污水罐等,如液面失灵,造成满罐溢出或切水时跑油,亦易引发火灾。加热炉因具有明火,易引燃在其周围泄漏出的油品或烃类气体。加热炉本体常出现炉管破裂、回弯头漏油引起火灾。加热炉熄火、未及时关阀门、大量燃料油或瓦斯喷出积存在炉膛或炉膛吹扫置换不好,再次点火都容易酿成重大火灾或爆炸事故。常减压蒸馏、裂化及焦化等装置的热油泵及管道,输送油品的温度大都高于该油品的自燃点,油泵高速运转常会出现泵密封突然故障漏油,或管线腐蚀、磨损减薄穿孔,或法兰垫片嗤开会立即自燃起火,发生大的火灾事故。

炼油装置的地沟,油泵区的冷却水排放明沟,以及含油污水井,仪表电缆沟等由于聚集着易燃易爆的污油和油气,遇火星或高处泄漏下来的热油也会发生爆炸着火。炼油厂的污水隔油池中不但在污水上层

积存着污油，而且油气充满池内空间，如遇明火，会立即爆燃。油品贮罐超温超压，油品装得过满冒顶或油罐脱水失误都会发生跑油事故。油品进罐流速过快产生静电火花或雷击，都能引起油罐火灾事故的发生。

催化重整和加氢精制装置都有大量的氢气，氢气的爆炸下限低，而且爆炸范围宽(4.0% ~74.4%)，是最容易引起爆炸的气体之一。其高、低压分离设备，如液面过低或安全阀、控制仪表失灵，会造成高压窜低压，引起设备爆炸事故。加热炉使用的燃料气，裂化和重整装置生产的石油气、气体加工装置的产品、溶剂脱蜡、脱沥青所用丙烷、丙酮、苯等溶剂，这些物质分布广、易挥发，如稍有泄漏，就会与空气混合形成爆炸性气体。液化气贮罐出入管线的阀门法兰垫片损坏或焊缝破裂，或贮罐脱水后未及时关阀，都会使大量液化石油气外泄，因液化气的比重比空气大，泄漏后会沿地面迅速蔓延扩散，遇明火将会发生恶性爆炸事故。

2. 有毒有害物质。炼油生产过程是在各类设备内部完成的，采用密闭的管道进行输送，通常不会危害人的健康。但在设备状况不好，出现泄漏，或劳动防护措施不完善时，有毒有害化学物质会对人体健康带来危害。

硫化氯，是原油和原油加工过程中产生的有毒气体。无色，带有臭鸡蛋味，低浓度时对眼、呼吸道有刺激作用。当达到200 mg/m^{3}时，可引起窒息、中枢神经抑制和麻痹；达到760 mg/m^{3}时，可引起肺水肿、支气管炎和肺炎；达到 1 000 ~1 400 mg/m^{3}时，嗅觉疲劳，昏迷及呼吸中枢麻痹，往往会出现闪电式的中毒死亡。硫化氢的毒害性，随着近年来加工含硫原油数量的增加和深度加工的发展而加剧，几乎每年都有急性中毒死亡事故发生，其危害程度已居其他有害气体之首。

石油苯是液体有机化合物，催化重整生产过程中可以得到苯、甲苯和二甲苯。润滑油脱蜡用苯作为溶剂。苯具有特殊的无刺激性的芳香气味，属中等毒类。长时间接触一定浓度的苯可引起慢性中毒，出现精神萎靡，食欲不振，对造血系统带来影响。在高浓度苯蒸气环境下作业，通风不良，又无良好的个人防护措施，或发生意外爆炸事故引起苯大量泄漏，易发生急性苯中毒。急性中毒主要影响中枢神经系统，其表现为麻醉作用，并伴有震颤与痉挛。甲苯和二甲苯属低毒类。甲苯对神经系统有麻痹作用，对黏膜有刺激作用。二甲苯对中枢神经和植物神经都有麻痹和刺激作用。

炼油厂使用含镍、钴、锑等金属催化剂，在适当的温度和压力下，会生成有毒化合物。烷基化装置使用的氢氟酸催化剂是剧毒物质。氢氟酸具有强烈的腐蚀性和刺激性，皮肤接触到稀释的氢氟酸溶液或低浓度蒸气会引起灼伤，眼或黏膜会发生严重烧灼。吸入其蒸气后，会引起肺水肿。生产或调和过程中还添加钝化剂、抗氧化剂等助剂亦具有一定毒害性。

一氧化碳是无色无味、窒息性的毒气。炼油过程中，碳和含碳物质在氧气不足情况下燃烧，都能产生一氧化碳。催化裂化装置检修时，装有平衡催化剂的贮罐内充满高浓度的一氧化碳，操作人员误入其内会立即中毒，很快死亡。

炼油生产过程用于物料保护或设备管线内置换油气使用的氮气，如果处理不当或误入通氮容器之中，会使人窒息，甚至发生死亡。

润滑油脱蜡使用的氨冷冻剂对人体的危害主要是对上呼吸道的刺激和腐蚀。氨与人体潮湿部位水分作用生成高浓度氨水，可导致皮肤的碱性灼伤，溅入眼内腐蚀眼球、角膜，严重时可导致失明。

汽油为麻醉性油品。接触沥青也会引起皮炎。

3. 灼烫。汽油、炼厂气精制及硬水软化使用的氢氧化钠腐蚀性很强，操作不当，设备泄漏，容易发生碱灼伤。炼油厂热油泄漏或蒸汽喷出，也会造成人身的烫伤事故。

4. 噪声。炼油厂噪声普遍存在于各生产环节之中。机械性噪声主要来自机泵、空压机、大功率风机和压缩机的高速运转。流体动力性噪声来自加热炉燃烧喷嘴、喷射器、混合器、调节阀或高压蒸汽泄压放空等流体高速流动或气体液体压力突变而产生噪声。这些噪声往往超过国家规定标准，长期在此条件下工作，会引起工人听力损害、心慌、头昏、心率过快、神经衰弱等疾病。

预防措施

1. 火灾爆炸预防。炼油厂的厂区平面布置，各生产装置及装置内的塔容器、加热炉、泵房、机房和输送物料的管线等，都要符合炼油化工防火设计规范。要坚持主体工程与安全设施、劳动保护设备同时设计、同时施工、同时投产。要采用先进可靠的生产工艺和完善的自保联锁控制系统，从工艺、设备、仪表自控等硬件上按本质安全要求进行设计，以保证安全生产和消除职业病危害。对于已经投产的炼油厂，还要不断地完善安全措施，消除各种事故隐患。

要做好职工的安全教育和技术培训工作，增强安全意识，提高安全技术素质。特别是从事关键生产装置和重点生产部位对安全起重要影响的生产岗位，要经过专业培训和考核合格才能上岗，以避免发生重大特大事故。生产及贮运工人要弄清本岗位易燃、易爆

物料的性质与危害，掌握清除隐患，排除故障和处理事故的技能。在石油炼制过程中，操作人员应严格执行工艺操作规程。对于由装置送往罐区的油品，其温度必须控制在规定范围之内，避免油温过高进罐后发生突沸或着火事故。

控制火源与防止油品及液化气的泄漏是一项主要措施。炼油厂应对明火进行严格的控制。将生产装置和油品贮罐划分甲类防火区，不准将火种带入防火区内。因生产必须使用明火时，则应办理用火票手续，经对用火部位分析合格，防火措施落实，才可以使用明火。机动车辆禁止驶入生产装置与贮油罐区，因运送生产原料、催化剂、化学品必须进入装置与罐区时，必须经过批准，并在汽车排气管安装尾气阻火器。不准用汽油擦拭衣服和设备，不能用油品擦地板。加热炉的燃料油或燃料气发生中断，造成熄火时，要对炉膛进行吹扫置换，在确认炉膛内没有可燃、爆炸气体的情况下，才可以重新点火升温，恢复生产。点火时要注意炉子回火伤人。储存液化石油气的球罐区是一个特殊的防火防爆区域，一旦发生火灾，除造成财产巨大损失外，还易引发群伤群亡事故。对该罐区的消防设施、监测仪表、设备管道都应严格管理，保持完好。

炼油厂要做好设备的维护和保养。工艺生产装置和主要设备的报警与自保联锁系统的正确使用，是保证安全生产的重要手段。对于危险性较大的生产装置，有条件的应加设 ESD 紧急停车系统，以保证在故障状态下安全平稳停下来。对设备、仪表要经常检查维护，定期校验，防止联锁自保失灵、误动作而打乱系统操作，引起重大事故发生。积极消除跑、冒、滴、漏，对运行的工艺设备及管道的静密封点要定期检查，发现泄漏及时消除。根据油品性质，正确选择传动设备的密封形式和密封材料，精心安装，认真检查与维护，保证密封效果。特别是对于输送介质的温度高于其自燃点的热油泵，除选用良好的密封材料，定期检查更换外，操作人员要特别注意防止机泵震动、泵抽空和密封损坏而引起漏油自燃起火。备用泵检修时，泵入口阀门必须关严，才能拆泵，以免热油流出引起大火。炼油厂的电气仪表要严格按照防爆等级规定选用防爆型设备，并要加强对防爆型电气设备的检查和维修。要严格控制临时电源的拉接使用，防止因临时电源不符合防爆规定引起火花，导致生产装置、油品罐区发生着火、爆炸事故。容器、塔、罐上安装的安全阀要定期校验，并加铅封。压力容器及管道要按《锅炉和压力容器安全监察条例》定期进行校验，避免出现焊缝断裂或腐蚀，从而产生跑油、跑液化气的事故。炼油装置气体系统使用的安全阀起压所排放的气体物料应集中到管网，引至安全可靠的地方排放，一般应送到火炬系统。蒸馏塔顶的安全阀超压排放的油品与油气，应在装置内设立安全罐集中回收，防止安全阀超压排放而出现着火、爆炸危险。

炼油厂装置大检修具有时间紧、任务重、交叉作业多、多工种配合和用火面广的特点，因此做好装置大检修的安全工作是确保按时、按质、按量完成检修任务的重要条件。检修现场要精心组织，统一指挥，制定好开停工方案及大检修计划、日程进度及工种配合的网络图。装置内物料必须全部倒空，设备、管线必须彻底吹扫置换达到用火条件。严禁用压缩空气直接吹扫。油品和瓦斯设备吹扫置换完毕经分检合格后，关闭原料、燃料和油品、气体出入装置管线阀门，并加好盲板，做好明显标志。检修用火前要将地面油污清理干净，封闭下水井和地漏。进入塔、罐及容器作业，要办理作业票，必须进行可燃气体、有毒气体和氧含量分析（有机物气体含量应不大于 0.2%，氧含量必须大于 18%），防止用火爆炸和窒息事故发生。施工用火必须办理用火证，严格审批手续，做好防火工作。凡进入有毒有害介质的设备、下水井作业，要进行毒物含量监测，选配适用的防毒面具、氧气呼吸器等特殊防护用品。检修后的压力容器及贮罐等设备，必须按规定进行试压、试漏和气密试验。开工进油后，要做好螺栓的热紧工作，传动设备要进行调试和单机试运，按程序开车。

炼油厂的消防工作非常重要。蒸汽对扑灭初期火灾是经济而有效的，已得到广泛的应用。生产装置的反应器、塔及泵区等重要部位应设置消防灭火蒸汽管网及消防蒸汽带。配备足够的干粉、泡沫灭火器。易于着火的设备或重要部位，应设水幕或蒸汽幕。消防栓设计要满足需要，保证供水。

2. 防雷。工艺设备要有良好的接地设施，油罐区要置于避雷保护区之内。每年雷雨季节之前要对避雷器、引出线接地系统进行一次全面检查，防止发生雷击，引起着火爆炸事故。

3. 健康防护。炼油生产过程中的健康防护主要是防止有毒有害物质对人体的危害，另外还要注意防灼烧、烫伤和防噪声危害。

对炼油厂设计时，要按照国家规定充分考虑劳动保护设施的配套建设。对已投产的炼油装置要不断完善劳动保护措施，改善劳动条件和作业环境。要有专职的环境监测和职业病防治人员，定期进行生产作业环境和大气监测。做好职工的定期体检和职业病防治工作。定期检查和正确使用防毒面具、氧气呼吸器。按规定佩戴和使用个人劳动防护用品。

防止蒸汽、热油烫伤和酸碱灼伤事故。加强设备

管理,消除跑、冒、滴、漏。

对于噪声超过国家标准的厂房、泵房以及施工场所,要选用良好的消声设备,对高速运转设备加装消音器,对放空管线出口加装消声器,厂房应设消音墙等。必要时个人应戴防噪声耳塞。

hecheng xianwei shengchan anquan

【合成纤维生产安全】 合成纤维是以石油、天然气和煤作为原料,用人工合成方法制得的具有适宜分子量并具有可溶性的线性聚合物,再经纺丝成形和后处理而制得的化学纤维。与天然纤维和人造纤维相比,合成纤维的原料是由人工合成方法制得的,生产不受自然条件的限制。合成纤维除了具有强度高,质轻、易洗快干、弹性好、不怕霉蛀等优越性能外,还具有耐摩擦、高模量,低吸水率,耐酸碱、良好的电绝缘等特性。可以代替棉、麻、毛等天然纤维,制成纺织品和针织品,以满足国防、科研、工农业和人们生活的需要。

合成纤维品种繁多,比较重要的有40多种。按主链结构一般可以分为碳链合成纤维和杂链合成纤维两类。碳链合成纤维是在大分子主链上全由碳原子构成的聚合物所得到的纤维,例如,聚丙烯纤维(丙纶)、聚丙烯腈纤维(腈纶)、聚乙烯醇缩甲醛纤维(维纶)等。杂链合成纤维则是在大分子主链上,除含有碳原子外,还会有氧、氮、硫等杂原子的聚合物制得的纤维,例如,聚酰胺纤维(锦纶或尼龙)、聚酯纤维(涤纶)等。

合成纤维的生产,一般经过三个步骤。第一步是将乙烯、丙烯,苯、二甲苯等基本有机原料通过各种方法制成单体。第二步是将单体聚合或缩聚成高聚物。第三步是把高聚物熔融或制成纺丝原液,进而纺成纤维。

合成纤维的主要品种及其简要生产过程如下:

锦纶:锦纶是聚酰胺纤维的商品名称,也叫"尼龙"、"卡普隆"。目前生产的主要品种有锦纶—6、锦纶—66、锦纶—1010三个品种。

锦纶—6:是由含6个碳原子的己内酰胺聚合制得聚己内酰胺经纺丝而成的。生产过程包括:己内酰胺的制造、聚合、纺丝及后加工。制造己内酰胺的方法有环己烷法、苯酚法、甲苯法等。生产工艺方框流程见图1。

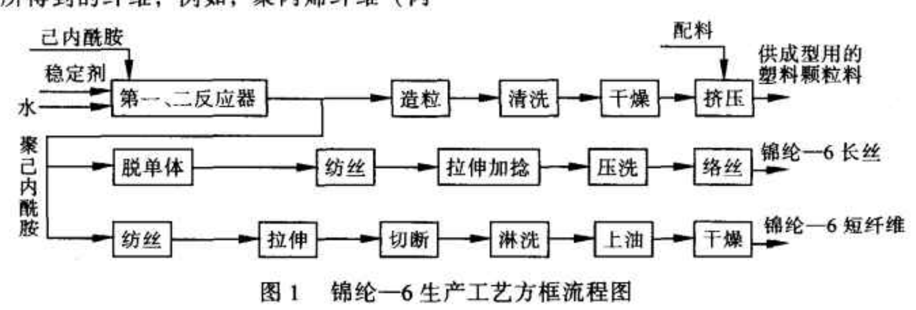


图1 锦纶—6生产工艺方框流程图

锦纶—66:是由含有6个碳原子的己二胺与6个碳原子的己二酸缩聚,并经纺丝而成。生产过程包括:己二酸与己二胺混合制成己二胺己二酸盐(简称尼龙66盐),以50%尼龙66盐的水溶液为原料,经缩聚反应得到聚己酸己二胺,再经纺丝及后加工,生产出锦纶66长丝,其生产工艺方框流程见图2。

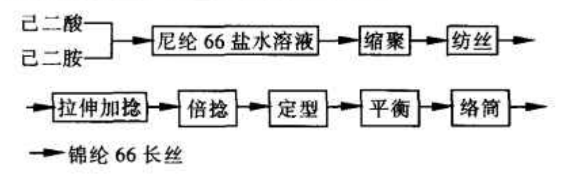


图2 锦纶66长丝生产工艺方框流程图

涤纶:涤纶是聚酯纤维的商品名称,也叫"的确良"。生产过程包括:对苯二甲酸的制造;对苯二甲酸的酯化;乙二醇的制造;对苯二甲酸乙二酯的缩聚;乙二醇的回收;纺丝及后处理。制造对苯二甲酸的方法有:对二甲苯硝酸氧化法,对二甲苯分步空气氧化法,对二甲苯一步空气氧化法;甲苯氧化—歧化法和苯酐转位法等。生产涤纶短纤维是以聚酯(PET)融体为原料进入纺丝机;或以聚酯切片为原料,经干燥、熔融后送入纺丝机,再经若干加工过程得到涤纶短纤维。其生产工艺方框流程见图3。

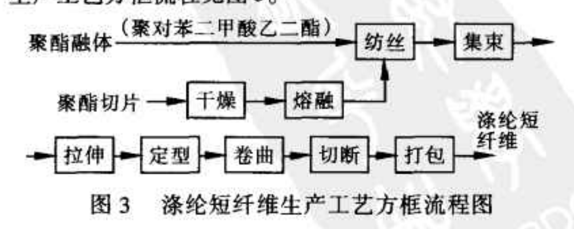


图3 涤纶短纤维生产工艺方框流程图

生产涤纶长丝是以聚酯切片为原料,经干燥、熔融后送入纺丝机;或以聚酯融体为原料送入纺丝机,经不

同的后处理加工，得到涤纶长丝。其生产工艺方框流程见图4。

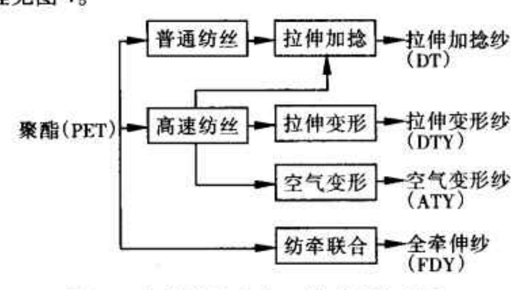


图4　涤纶长丝生产工艺方框流程图

腈纶：腈纶是聚丙烯腈纤维的商品名称。生产过程包括：丙烯腈的合成和精制，丙烯腈的聚合或共聚，纺丝及后处理，溶剂的回收。制造丙烯腈的方法有乙炔法和丙烯氨氧化法两种。以丙烯氨氧化法为例，其工艺过程是丙烯与氨按一定比例混合送入氧化反应器，空气按一定比例从反应器底部进入，经分布板向上流动，与丙烯、氨混合并使催化剂床层流化。丙烯、氨、空气在440～450℃和催化剂的作用下生成丙烯腈。反应气体中的丙烯腈和其他有机产物在吸收塔被水全部吸收下来，在成品塔将水和易挥发物脱除得到高纯度的丙烯腈产品。由丙烯腈生产腈纶纤维还须加入其他单体共聚制成。以一步法（均相溶液聚合）为例加入第二单体为丙烯酸甲酯，第三单体为衣康酸，溶剂为硫氰酸钠水溶液。腈纶纤维生产工艺方框流程见图5。

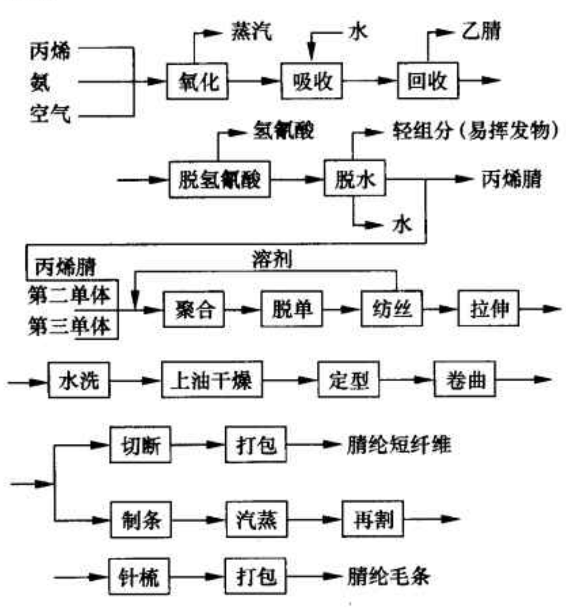


图5　腈纶纤维生产工艺方框流程图

维纶：维纶是聚乙烯醇缩醛纤维的商品名称。生产过程包括：醋酸乙烯的合成，醋酸乙烯的聚合，醋酸乙烯的醇解，甲醇和醋酸的回收，纺丝及后加工，热处理及缩醛化。合成醋酸乙烯的方法有乙炔法和乙烯法两种。以乙烯法为例，其工艺过程是以乙烯，醋酸和氧气送入固定床反应器，在催化剂作用下，进行合成反应，生成醋酸乙烯，经气体分离器分离出含醋酸乙烯和醋酸的反应液，经精馏后送入聚合釜，在釜中以甲醇为溶剂，在聚合引发剂作用下，进行聚合反应，生成聚醋酸乙烯的甲醇溶液，经醇解反应，固化后得到聚乙烯醇（PVA）成品。用水洗去不纯物后，用热水溶解制成纺丝原液，然后经喷丝头将原液喷入凝固浴中形成纤维，再经热处理和用甲醛进行醛化处理、上油、干燥等工序，得到维纶短纤维或维纶牵切纱。其生产工艺方框流程见图6a、b。

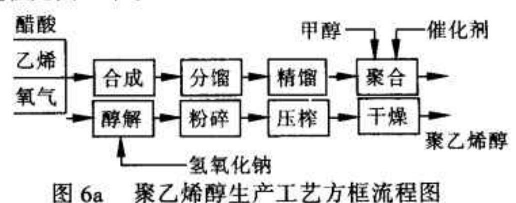


图6a　聚乙烯醇生产工艺方框流程图

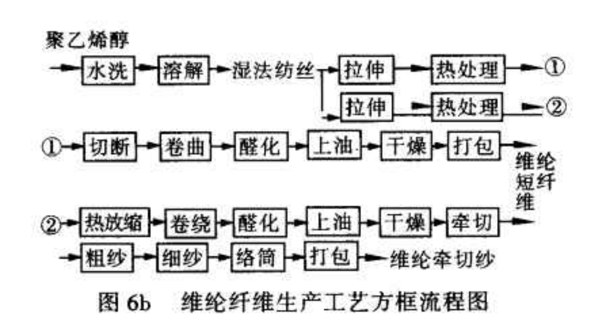


图6b　维纶纤维生产工艺方框流程图

丙纶：丙纶纤维以聚丙烯切片为原料，可生产出丙纶短纤维和丙纶膨体长丝（BCF）。生产丙纶短纤维时，以聚丙烯切片为原料，加入颜料及稳定剂用气流输送至螺杆挤压熔融纺丝（220～280℃），再经若干工序，得到丙纶短纤维。其生产工艺流程见图7。

聚丙烯切　片 → 纺织 → 牵伸 → 卷曲 → 烘干定型 →

→ 切断 → 打包 → 丙纶短纤维

图7　丙纶短纤维生产工艺方框流程图

生产丙纶膨体长丝（BCF）时，以聚丙烯切片为原料，加入掺和剂，用气流输送至螺杆挤压熔融纺丝，再经若干工序，得到丙纶膨体长丝。其生产工艺方框流

程见图8。

聚丙烯切片→纺丝→冷却固化→上油→牵伸→膨化变形→冷却定型→络络→卷绕→包装→丙纶膨体长丝

图8　丙纶膨体长丝(BCF)生产工艺方框流程图

职业危害　合成纤维的生产由单体、聚合,纺丝及后加工等阶段组成。生产物料与炼油及其他石油化工生产一样,大都为易燃、易爆、有毒、有害、易腐蚀等特点。生产过程具有高温带压,反应剧烈、连续、密闭、自动化程度高等特点。火灾爆炸、机械伤害、中毒,灼烫和噪声是合成纤维生产中的危害。其中尤以火灾爆炸对生产安全,人身安全威胁最大、危害最深。

1. 火灾爆炸:合成纤维生产中,所使用的原材料性质,反应操作条件,着火源和生产部位,均会构成火灾爆炸险情。

首先,原料(如苯、苯酚、环己烷、萘苯酐,甲苯、对二甲苯、乙炔、乙烯、丙烯等),中间品(如环己酮、对苯二甲酸、己内酰胺、丙烯腈等)和成品都具有燃烧、爆炸兼有中毒性质。当设备系统置换吹洗不净、有跑、冒、滴、漏时,或因误操作形成负压使空气渗入,这些物质中的可燃气体(或蒸气)会与空气形成爆炸混合物,遇到生产中的高热,冲击或摩擦产生的机械火星、静电火花、加热或检修明火,即行燃烧或爆炸。

在生产中,有的反应过程本身会放热,有的在高温、压力下操作,有的(如丙烯氨氧化)在接近爆炸极限的条件下进行生产。如果仪表失灵、控温控压不当,加料错误,停水停电使冷却和搅拌中断,都可能导致物料爆炸和冲料起火。同时,高温能降低设备机械强度以致发生裂隙,而高温物料冲出遇空气会自燃。此外,超过自燃点的高温能使物料在设备系统内碳化、结焦,不仅会堵塞通路致使压力增高而爆炸,还会在出料开阀门时或捅堵除焦时遇空气自燃。合成纤维某些工序生产的温度和压力情况见下表。

从着火源来说,除了有电源和检修动火外,生产中加热源较多。通常采用联苯(闪点113℃)、联苯醚(闪点102℃)汽缸油等作载热体加热或电感加热。上述载热体均系可燃物质,一般需加热至200℃以上均超过闪点,如果加热不均匀,循环系统不严密,结焦堵塞,这些处于高温的可燃液体一旦泄漏当接触明火时就会爆炸起火。电感加热有时因密封不好,绝缘不良,受潮漏电,产生匝间短路,也会引起泄漏的可燃物料着火。

此外,在生产中,如锦纶、涤纶和腈纶生产的各工序部位(氧化、裂解、聚合等)既有可燃、可爆介质,又有电源,热源,容易发生火灾爆炸危害。只要内外火险因素结合,相互作用,就会发生燃烧形成爆炸,影响整个生产。

2. 机械伤害:纺丝及后处理工序,电器、传动设备多,生产连续、高速、自动化,厂房封闭、潮湿、噪声、作业环境差,操作者要及时处理断丝、废丝卷绕等故障,很易发生机械挤伤、勾刀刺割、电梯伤人等机械伤害事故。

3. 中毒:合成纤维生产中所使用的原料,中间品、成品以及载热体,大都属于有毒有害物质。有的物质(如苯、苯酚、己二胺)毒性较大,丙烯腈属剧毒致癌物质。在生产过程中,有些工序设在室外,有些是全封闭式生产,一般对人体的危害不大。但由于设备管道腐蚀穿孔,密封不严,有跑、冒、滴、漏意外事故和转运过程中,这些有毒物质以蒸气或粉尘形式扩散,会污染作业环境。人们长期在污染环境中操作,将造成慢性中毒,或急性中毒甚至死亡。

4. 灼烫:合成纤维生产中使用高浓度硫酸、二氧化硫等酸碱强腐蚀性物质,有的工序高温带压,容易发生酸碱灼伤和高温高热烫伤危害。

5. 噪声:合成纤维生产中,卷绕、纺丝及后加工是在封闭式厂房内进行,机械传动设备的噪声常集而不散。工人常年在超过国家工业卫生允许标准的噪声环境中作业,会引起耳聋、心悸、心慌、头昏、乏力等疾病。

预防措施

1. 合成纤维厂的建设要对劳动保护、工业卫生、消防、环境评价的措施和设施同时进行设计、施工和投产。全厂的区域规划、平面布置、防火间距、消防道路、管道敷设、防雷接地、均应符合国家的有关规定。特别是单体生产单元要考虑到防火防爆中毒的特殊性,应单独设置,采用敞开式或半敞开式建设。

2. 生产中使用的压力容器及设备管道,必须严格按照国家有关条例、规程和技术标准,进行设计、制造、安装、使用管理和定期检验。各种仪表、安全附件必须齐全,灵敏可靠。加强维护保养、消除跑、冒、滴、漏,保持设备良好;

3. 凡有氢气、乙炔、乙烯、丙烯、苯、二甲苯、环己烷、丙烯腈等易燃气体和易燃液体的设备、管线,均应接有导除静电的接地装置;用空气干燥、掺和输送可燃性粉状、粒状树脂的设备系统应有良好接地。

4. 对于物料自聚放热、分解而造成超温超压,有可能引起火灾爆炸危险的反应设备,除了应有自动和手动紧急泄压排放设施(如放空管、事故泄压等)以外,还应设置自动联锁报警系统。对可燃气体容易泄漏扩散处应设置可燃气体浓度检测报警仪。此区域的电气设备,开关应用防爆型。

5. 聚合物熔融纺丝时其热源采用高压蒸汽、热载体间接加热,不宜采用电感性加热。

6. 生产装置、厂房应通风良好、加强尘毒定期监测,治理污染源头,配备防毒面具和防毒口罩,工作人员要穿戴好劳动保护用品,定期进行体格检查。

7. 装置开工、检修要制定专门的开停车方案,严格执行安全检修规定,建立检修后的验收和开车制度。

8. 装置区要设立事故状态下的应急消防,抢救设施和器材。提高操作人员素质,精心操作,认真巡回检查,及时消除事故隐患。

合成纤维某些工序生产的温度和压力情况

合成纤维名称	生产工序	热效应	操作温度(℃)	操作压力(MPa)
锦纶	苯加氯制环己烷		140	1.8~1.9
	环己烷氧化制环乙酮	放热	130~140	1.8~2.4
	环己酮氧化制己内酯	放热	175~220	1.0~3.5
	己内酰胺的聚合	放热	220~300	0.1~0.7
	66 盐的缩聚	放热	260~275	1.6~2.7
	熔融纺丝		220~260	
涤纶	对二甲苯一步空气氧化酯化	放热	150~250	2.0~3.0
	甲苯空气氧化	放热	140	0.2
	对苯二甲酸的酯化	放热	250~300	
	乙烯氧化制环氧乙烷	放热	190~220	2.2
	酯交换		180~280	
	缩聚反应	放热	275~280	
	熔融纺丝		280~300	
腈纶	丙烯氨的氧化	放热	460~480	0.2~0.3
	丙烯腈的聚合	放热	50~80	
维纶	醋酸乙烯的聚合	放热	60	
	聚醋酸乙烯的醇解		50	
	聚乙烯醇的热处理		220~270	
	聚乙烯醇的缩醛化		60~70	

hecheng xiangjiao shengchan anquan

【合成橡胶生产安全】 合成橡胶由丁二烯,苯乙烯,丙烯腈,氯丁二烯等低分子化合物,经过人工合成而制成的具有高弹性的高分子聚合物。它不仅能代替天然橡胶,而且在某些特殊性能方面还较天然橡胶优越。

按参加聚合单体的种类,可将合成橡胶分为均聚物和共聚物两类。均聚物如顺丁橡胶,它是由单一的单体丁二烯聚合而成;共聚物如丁苯橡胶,它是由丁二烯、苯二烯两种单体聚合而成。按合成橡胶成品状态可以分为:液体橡胶,如端羧基或端羟基聚丁二烯;固体橡胶,大多数合成橡胶都是块状橡胶;乳胶和粉末橡胶。按生胶是否填充其他非橡胶成分。又可分为:充油母胶、充炭黑母胶和充木质毒母胶等。按其使用特性又可分为通用型和特殊橡胶两类。通用合成橡胶主要有丁苯橡胶、顺丁橡胶、异戊橡胶、丁基橡胶和氯丁橡胶等,用于制造汽车,飞机等的轮胎及一般橡胶工业制品。特种合成橡胶主要有丁腈橡胶、硅橡胶、氟橡胶、聚硫橡胶等,用于制造在特殊条件下(如在高温、低温、某些溶剂以及酸碱介质中)使用的橡胶制品。

合成橡胶生产可以分为由基本原料生产单体,再由单体聚合成橡胶两个步骤。如图1所示。

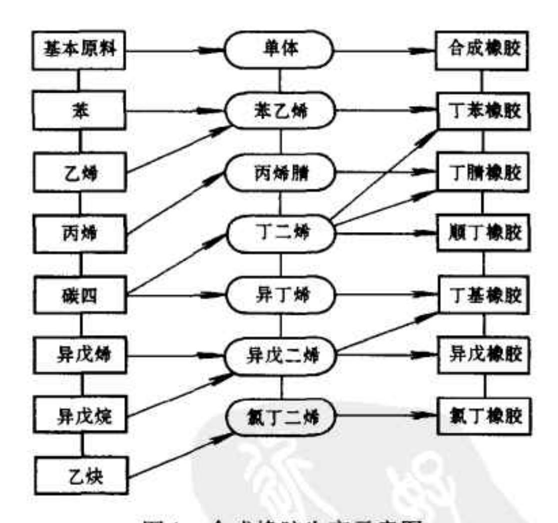


图1 合成橡胶生产示意图

由单体生产合成橡胶,通常多采用乳液聚合和溶液聚合两种方法,它们的差异在于聚合反应的介质不同,乳液聚合用水作介质;而溶液聚合则是用有机溶剂(如汽油)作介质。虽然两种工艺流程不尽相同,但按照其共同规律可将合成橡胶生产工艺过程划为单体的合成和精制、单体聚合以及橡胶后处理三大部分。合成橡胶工艺过程示意图如图2。

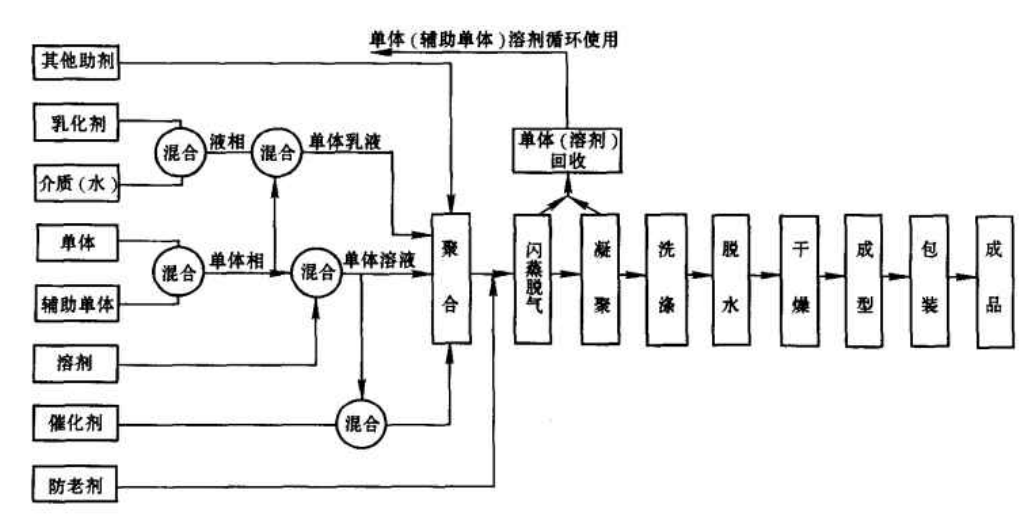


图2　合成橡胶生产工艺过程示意图

常见的合成橡胶产品品种及简要生产工艺介绍：

丁苯橡胶　简称SBR。由丁二烯和苯乙烯共聚制得的一种合成橡胶。按其生产方法，可分为乳液聚合丁苯橡胶和溶液聚合丁苯橡胶两类。乳液聚合丁苯橡胶是产量最大的通用型橡胶。可用于制造轮胎和多种工业橡胶制品。以水乳液聚合法制取丁苯橡胶为例，其主要工艺过程是先用软化水配制好各种助剂，然后，将丁二烯、苯乙烯单体与其混合；经冷却到5～7℃，与引发剂和活化剂一起，依次进入几个串联的反应釜。反应温度在4～6℃，操作压力0.19～0.49 MPa，由终止剂控制各釜反应情况。末釜终止反应的胶乳经脱除未反应的丁二烯、苯乙烯后，与防老剂，凝聚剂等混合进行凝聚，再经水冲洗、挤压脱水、干燥等工序，压块包装成丁苯橡胶产品出厂。其生产工艺方框流程见图3。

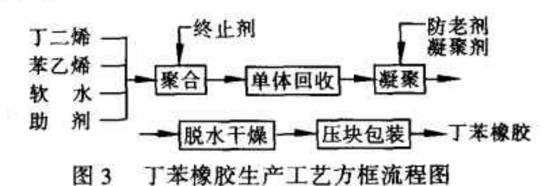


图3　丁苯橡胶生产工艺方框流程图

顺丁橡胶　简称BR。由1,3—丁二烯的乳液聚合或溶液聚合法制得的均聚体。中国主要采用溶液聚合法，常用的溶剂是己烷，常用的催化剂是丁基锂或镍系催化剂（环烷酸镍—三烷基铝—三氟化硼乙醚配合物）。顺丁橡胶有较好的耐磨性，热积聚性低，能抗挠曲开裂，具有较好的低温伸缩性。现在，把它和其他橡胶混合在一起制造轮胎，可提高耐磨性，抗裂性以及耐热降解性。

以溶液聚合法为例生产顺丁橡胶，其主要工艺过程是将单体丁二烯溶解入惰性溶剂（溶剂油）中，而后进入串联的聚合釜进行聚合反应。在反应过程中依次加入助剂，催化剂，末釜加入终止剂。聚合反应在温度为60～90℃、压力<0.5MPa及搅拌下进行。聚合胶液经凝聚、水洗、干燥等工序，压块包装成顺丁橡胶产品出厂。其生产工艺方框流程见图4。

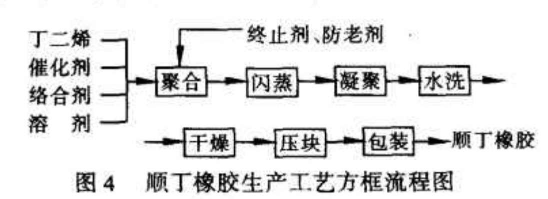


图4　顺丁橡胶生产工艺方框流程图

丁腈橡胶　简称NBR。由丙烯腈和丁二烯共聚而制得的合成橡胶。聚合物中的丙烯腈含量由18%～46%不等。丁腈橡胶多采用乳液聚合法连续生产。丁腈橡胶的特性是具有极好的耐油性和耐芳香族溶剂的性能。抗耐程度取决于聚合物中的丙烯腈含量，丙烯腈量越高，橡胶的耐油性能越好。丁腈橡胶使用在极需耐油和耐溶剂的场合，用以制造汽油和燃料软管、油井零件、燃料箱衬里、运输机的输送带和鞋底等。

以乳液聚合法生产丁腈橡胶为例，其主要工艺过程是将丁二烯、丙烯腈按比例配制为碳氢相，将拉开粉、氢氧化钠、焦磷酸钠、三乙醇胺等配制为水相，于聚合釜中依次将计量的水相、碳氢相、调节剂和激发剂溶液接入，然后搅拌升温，在30～50℃温度条件下进行聚合反应。降温卸料时，在聚合的胶浆中加入终止剂溶液。胶浆经凝聚、水洗，真空箱及压辊脱水、干燥箱干燥后包装为成品。其生产工艺方框流程见图5。

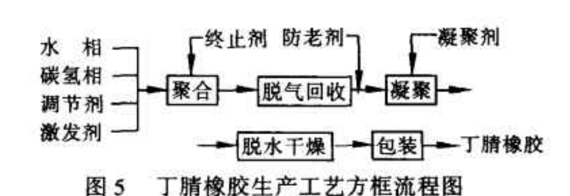


图5　丁腈橡胶生产工艺方框流程图

乙丙橡胶　简称 EPR。乙烯与丙烯共聚制得的合成橡胶。只由乙烯、丙烯共聚制得的合成橡胶称二元乙丙橡胶。如还加人非共轭双烯作为第三单体，则产品称三元乙丙橡胶。乙丙橡胶可用溶液聚合和悬浮聚合进行生产。溶液聚合是以己烷、石油醚等为溶剂，常使用的催化剂系列有三氯氧钒和氯化二乙基铝，或和氯化二异丁烯铝的混合物。它耐老化、耐臭氧、耐高温、耐低温、耐酸碱化学品和具有优良的电绝缘性能，在合成橡胶中非常特殊。可以使用在要求抗氧化的场合，例如轮胎侧壁、软管、运输机的输送带和模制品。

氯丁橡胶　简称 CR。为 2-氯—1,3-丁二烯（氯丁二烯）的均聚物由乳液聚合法制成。有些牌号的产品中含有少量的丁二烯或异戊二烯。单体首先在水中乳化，然后用过硫酸钾作为催化剂聚合。聚合后，乳胶经凝聚，清洗和干燥。氯丁橡胶也可以胶乳形式而广泛使用。氯丁橡胶耐磨、耐热、耐火、抗氧化、抗臭氧以及抗石蜡基溶剂和各种油类，它用作胶皮管，运输机上的传动带、导线的绝缘、垫和胶黏剂。

丁基橡胶　简称 IIR。又称异丁橡胶，由异丁烯和少量异戊二烯共聚而成的一种合成橡胶。丁基橡胶有耐油、耐臭氧、耐酸碱、耐寒等性能，气密性、电绝缘性能较好，但耐撕裂性、弹性与黏性较差。主要用于制造汽车内胎、无内胎轮胎、气袋、气球、电缆绝缘层、蒸汽管与贮槽的衬里等。

异戊橡胶　命名为顺-1,4-异戊二烯橡胶，系以异戊二烯为单体聚合制得的高顺式合成橡胶。异戊橡胶可选用烷基锂或钛系催化剂（四氯化钛—三烷基铝或四氯化钛—聚亚胺基铝烷），经溶液聚合而制得。异戊橡胶具有良好的耐热耐寒性，不易老化。可代替天然橡胶制造各种橡胶制品。

聚硫橡胶　由二卤代烷与碱金属的多硫化物缩聚而得的合成橡胶。一般以水或含醇的水作聚合介质，以烷基萘磺酸钠和氢氧化镁溶液作悬浮剂，通过悬浮聚合制得。聚硫橡胶有优异的耐油和耐溶剂性，但强度不高，而且耐老化性能不佳，加工性能不好，有臭味，常与丁腈橡胶并用。固体聚硫橡胶主要用于制造输油管线和印刷胶辊，密封圈；液态聚硫橡胶用于飞机油箱，机舱的密封和火箭推进剂。

职业危害

1. 火灾爆炸。合成橡胶所采用的原料，包括单体、溶剂以及其他助剂，绝大部分属于易燃、易爆物品，而且数量大，闪点和自燃点比较低，容易发挥。可燃气体和易燃液体挥发的蒸气大都比空气重，由生产装置泄漏或排放出来，往往沉积于地表、沟渠及厂房的死角处，而且长期聚集不散，极易与空气混合形成爆炸性气体，一旦碰到任何一种火源，都会引起燃烧或爆炸。聚合反应使用的一些引发剂和催化剂也容易分解、自燃和爆炸，如丁基锂和烷基铝遇空气自燃，遇水爆炸。在生产中使用不当，稍有疏忽就会导致火灾爆炸事故。

合成橡胶的主要生产过程是在密封的设备和管道中进行的，而且有较高的温度和压力，工艺设备的静密封与传动设备的动密封容易发生渗漏，由于反应温度往往超过物料的自燃点，渗漏出来的物料一与空气接触，便会发生自燃，甚至引起爆炸。聚合反应本身是一种放热反应，加上单体和一些中间体的自聚和热聚能力很强，特别是化学性质非常活泼的烯烃和共轭二烯烃，它们遇到氧或在高温下容易发生氧化，自聚和热聚反应，使设备和管道堵塞，导致火灾或爆炸。如丁二烯在一定条件下，能在设备内生成具有性质极不稳定的丁二烯过氧化物和端基聚合物的自聚物。前者易发生分解爆炸，后者能在设备中迅速增加而膨胀，致使设备或管道胀裂产生大量跑料，构成燃烧或爆炸。清理出来的热聚物和自聚物容易自燃，特别在夏季气温较高时更应注意。在生产中，如果温度控制不当，工艺操作中出现失误，有发生冲料暴聚的危险。这就增加了合成橡胶装置的火灾，爆炸危险性。

合成橡胶的主要单体贮罐大部属于压力容器，如果容器与安全附件存在问题，也会导致设备爆炸事故。甚至出现易燃易爆物料的二次空间爆炸事故。

合成橡胶生产过程中的大部分液体或者固体成品颗粒，在管道内流动或在设备内传送时，因为摩擦极易产生静电，静电放电火花是导致火灾，爆炸的着火源，还有造成静电电击事故的可能。

橡胶生产装置，特别是单体生产自动化程度高，连续性强，易燃易爆物料大多在密闭受压的设备和管道内流动，一旦发生事故，可能波及整个生产装置，甚至全厂。

2. 毒性。由于合成橡胶的聚合过程是在密闭系统中进行的，所以单体和溶剂的泄漏可能性比较小，有毒有害物质对人体的危害也相对较小。但是，在生产装置存在跑、冒、滴、漏的情况下，在观察聚合过程采样分析时，在设备故障排除与维修过程中，则会发生有毒物质的泄漏。乳液聚合时，进行凝聚和干燥操作存在着单体泄漏的危险。溶液聚合时，在脱除溶剂和干燥操作中存在着泄漏溶剂的可能性。根据《工业企业设计卫生标准》的规定，车间空气中有毒物质的最高容许浓度见下表。

部分单体与溶剂在车间空气中的最高允许浓度

物质名称	最高允许浓度（mg/m³）	物质名称	最高容许浓度（mg/m³）
苯乙烯	40	苯(皮)	40
丙烯腈(皮)	2	环己烷	100
丁二烯	100	溶剂汽油	350
氯丁二烯	30	甲苯	100
乙腈	3	二甲苯	100

要对合成橡胶生产过程中长期接触化学物质的危害引起足够的重视。例如：在丁腈橡胶生产中，要严格防止丙烯腈的泄漏。因为丙烯腈可通过呼吸道、皮肤和消化道进入人体。它属于剧毒物质，毒性作用与氢氰酸相似，是窒息性化学品。对眼和黏膜具有刺激性。丙烯腈、苯乙烯、氯丁二烯都是可疑的致癌物质。在异戊橡胶和丁基橡胶的生产中，要注意异戊二烯比丁二烯有着更强烈的麻醉作用。在以溶液法合成橡胶的工业生产过程中，泄漏的正己烷会使操作工人引起神经中毒。在以抽提法生产丁二烯单体的过程中，使用的溶剂乙腈，也是一种毒性比较严重的物质。链改良剂叔十二烷硫醇对皮肤和眼睛都有刺激性。烷基锂、烷基铝等催化剂着火时，所形成的白色金属氧化物烟雾也会危害人体健康。因为碱金属和碱土金属的氧化遇水变成碱，会引起人的肺水肿。

此外，一旦发生合成橡胶的着火事故，要同时防止高浓度的一氧化碳中毒事故发生。氯丁二烯着火更要予以高度重视，因为氯丁二烯燃烧过程中会有光气（$COCl_2$）产生，光气有剧毒作用，在空气中最高容许浓度为 10^{-7}，即使吸入微量也能使人窒息。

预防措施

1. 事故预防。操作人员上岗之前要经过严格的培训、考核。熟练掌握正常操作及事故处理，排除故障的方法。懂得生产过程所使用的各种物料性能及防护措施。经常检查操作法与安全技术规程的执行情况。在生产工艺出现异常时，要采用正常的卸压料方法，地烃类物料和有毒物质不准在生产装置内排放。需要排空的气态物料，可排至火炬系统；液态物料可排至事故储罐。各种检修都要办理安全检修手续。特别是进入容器内作业。要首先切断物料来源，进行设备倒空，加设盲板，系统置换，采样分析合格（具体指标是：可燃物质浓度 <0.2%；氧含量分析 >18%；有害物质浓度低于《工业企业卫生设计标准》规定的最高允许浓度），切断搅拌器电机的电源，指定专人进行监护的情况下，才可以进入容器内进行检修、清理工作。在生产中使用的各类机械设备，如压片机、成型机等要有安全防护设施，避免将手、衣物卷入造成伤害。

2. 火灾爆炸预防。合成橡胶厂区平面布置、厂房建筑，输送物料的管架及阀门，防雷击、防电气火花、防静电以及消防设施等，应符合《石油化工企业设计防火规定》《建筑设计防火规范》的要求。其他具体措施如下：

（1）做好设备管理、维修，消除跑、冒、滴、漏，系统保持正压，避免渗入空气。易燃、易爆物料的设备、管道、容器在安装、检修后，须经试压、试漏合格，以保证受压容器的耐压强度和整个工艺系统的气密性能良好；泵、压缩机等运转设备和阀门、旋塞等均须启闭灵活，保持良好的密封性能。安全阀、压力表、温度计、液面计、放空阀门、防爆膜等的安全附件必须齐全，并保证完好。

（2）在处理、清理有可能产生过氧化物的设备、管道、容器和贮罐时，不宜使用铁制工具，最好使用木质工具或竹制铲锹，以及表面涂上甘油的工具。对清理出来的废胶、残渣，不得放在阳光下曝晒，特别是含丁二烯过氧化物的残渣，如遇高温会分解爆炸。因此，清理物要及时送往指定的烧除站进行处理。

（3）设置厂房，车间的通风、排风，以防止可燃气体、易燃液体蒸气积聚。为自动监测厂房、车间内的可燃气体、易燃液体蒸气浓度，可在现场安装可燃气体报警仪。

（4）对聚合反应，应按投料顺序和投料比例准确投料，整个物料不应超过限量，反应前期需升温的，要防止升温过快；当聚合反应加速后，放热量逐渐增加，要及时冷却降温，如有疏忽，容易造成高温引起的暴聚而发生危险。聚合反应釜应有可靠的冷却系统，最好采用两个水源两路电源，防止由于冷却不良引起事故。

（5）要经常检查《动火管理制度》的执行情况，防止生产用火出现漏洞而造成火灾。要对操作工人、管理人员和技术人员进行灭火原理和灭火器材使用的教育和训练，一旦发生火灾事故，可以首先发挥作用，防止和控制事故的扩大。此外，合成橡胶厂应设置专业消防队，负责全厂的防火与灭火工作。配备足够量的消防车辆，灭火设施与灭火器材，做好车辆与器材的维修与检查，注意设备器材的更新，使其技术状态良好，以便及时出动扑救厂区着火事故。

3. 健康保护。合成橡胶厂的物料大多属于有毒物质。为保护操作人员的健康，应建立厂房空气中有害物质浓度的监测机构，定期进行测定。对超标严重和连续超标的生产岗位应完善防毒措施。同时要定期对操作人员进行身体检查，发现病变及时进行治疗与休养。此外，对接触有毒有害物料操作的人员，实行定期离岗疗养的办法。有效地减少操作工人接触毒物的时间，早期预防职业病的发生。生产厂房封闭系统要

安装性能良好的全面通风装置，在非封闭系统内要安装局部排气通风装置。一旦发生大量泄漏和溢出时，全面通风装置不敷应用。还要使用防毒面具，最好在厂房内备有足够数量的氧气呼吸器。对于有氰化物和丙烯腈的生产岗位，应在岗位处配备硫代硫酸钠和亚硝酸戊酯等急求解毒剂，以便事故中用于紧急抢救。

凡眼睛有可能接触化工物料的场所，应戴好防护眼镜。一旦发生物料溅入眼睛的事故时，应立即用缓流清水冲洗15 min，再送医院进行治疗处理。

hechengshuzhi he suliao shengchan anquan

【合成树脂和塑料生产安全】 合成树脂是将有机原料用化学方法人工合成而得的，一类具有类似天然树脂性能的高分子量的聚合物，是一种无定形的半固体或固体有机物。在合成树脂中加入适量的添加剂（增塑剂、稳定剂等），在一定的压力和温度下加工，就成为塑料。塑料经过吹塑、挤压，延伸，注射等方法加工成形，即成为各种塑料制品。合成树脂与塑料的区别为：树脂指未加工的原始聚合物，塑料则指成形加工后的合成材料及其制品。广义上讲，合成树脂还是合成纤维、涂料和胶粘剂、绝缘材料的基础材料。按主链结构有碳链、杂链和非碳链合成树脂之分；按合成反应特征有加聚型和缩聚型合成树脂之分；但一般常按加热成形后的性能变化，将其划分为热塑性树脂和热固性树脂，其中，热塑性树脂有聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯等。热固性树脂有酚醛和脲醛树脂，环氧树脂，氟树脂，不饱和聚酯和聚胺酯等。

生产合成树脂的原料非常丰富，早期以煤为基础的焦油产品和电石乙炔为主，目前以石油和天然气为原料的已占绝大多数。利用石油馏分加工而成的合成树脂品种异常繁多。

合成树脂的生产方法有本体聚合、溶液聚合、悬浮聚合、乳液聚合等。虽具体的聚合方法各不相同，但可将其工艺过程概括为：备料、投料、聚合、出料、分离、干燥和后处理等七道工序。

合成树脂的主要品种及其简要工艺过程介绍如下：

聚乙烯 简称 PE，是乙烯聚合制得的一种热塑性树脂。聚乙烯又分为高密度聚乙烯（HDPE）、低密度聚乙烯（LDPE）、线性低密度聚乙烯（LLDPE）。聚乙烯生产又分为高压管式聚合法、高压釜式聚合法和低压淤浆法、低压溶液法、低压气相法聚合。聚乙烯可用以制造薄膜、中压容器、管材、板材、电线电缆、日用杂品，并可以做电视、雷达的高频绝缘材料。低压和高压聚乙烯生产工艺简介如下：

1. 低压聚乙烯，其工艺过程是以高纯度乙烯为主原料，丙烯或丁烯—1 为共聚单体和氢气混合，以己烷或 90 号溶剂油为溶剂，使用高活性的钛基催化剂和三乙基铝活化剂，分别用溶剂己烷稀释到规定的浓度后由泵打入聚合釜，在约 85℃温度及 0.3～0.6 MPa的低压下进行淤浆聚合反应，经离心机分离、蒸汽干燥、造粒机造粒后，得到不同牌号的高密度聚乙烯颗粒产品。低压聚乙烯生产方框流程见图 1。

乙烯、氢气、催化剂 → 聚合 → 干燥 → 造粒 → 包装 → 聚乙烯

图 1　低压聚乙烯生产工艺方框流程图

2. 高压聚乙烯，以高纯度乙烯为原料，有机过氧化物为催化剂，在反应温度为 160～270 ℃、压力为 127.53～245.25 MPa的条件下进行一、二级聚合反应，再经热进料挤压机挤出，水下切粒，脱水，干燥后得到聚乙烯颗粒产品。高压聚乙烯生产工艺方框流程见图 2。

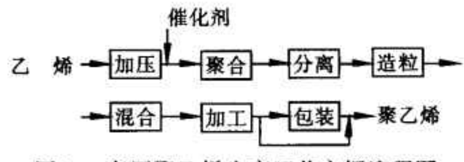


图 2　高压聚乙烯生产工艺方框流程图

聚丙烯 简称 PP，由丙烯聚合制得的一种热塑性树脂。有等规物、无规物和间规物三种构型，工业产品以等规物为主。聚丙烯可制造周转箱，容器，手提箱，汽车部件，家用电器零件，丙纶，薄膜，编织袋以及管材等。

聚丙烯生产方法有溶剂法，溶液法，液相本体法和气相法四种。从 20 世纪 80 年代开始，新建装置基本上采用液相本体法和气相法工艺，特别是液相本体法工艺发展速度很快，占越来越重要的位置，近年，我国新建多套液相环管反应器聚合装置使丙烯树脂的生产技术达到一个新的水平。

以液相本体法和气相法为例，其简要工艺过程是将聚合级丙烯经过精制后与聚合级的乙烯（共聚单体）混合，加压后进入聚合釜，同时加入催化剂和氢气进行聚合反应，先后经四釜串联聚合，前两釜为液相聚合，后两釜为气相聚合。聚合温度按釜的顺序分别为 70，67，80 和 70℃，聚合压力也按釜的顺序分别为3～4，2.7～3.5，1.7～2.0 和1.5 MPa。在第四釜得到的聚合浆液经脱除催化剂和无规物后，再经闪蒸、干燥、造粒、包装为聚丙烯产品。其生产工艺方框流程见图 3。

丙烯、催化剂 → 聚合 → 干燥 → 造粒 → 包装 → 聚丙烯

图 3　聚丙烯生产工艺方框流程图

聚苯乙烯 简称PS,是苯乙烯的均聚物。苯乙烯还可以与多种单体产生共聚物,共聚物通常以其单体名称间加一连字符"—"相连而命名。例如ABS树脂就是丙烯腈、丁二烯和苯乙烯的共聚物。苯乙烯的均聚物与共聚物通称苯乙烯树脂。可由本体,悬浮、乳液等三种聚合方法制得,或这些工艺的联合使用。为增强聚苯乙烯的抗冲击性能,可将聚苯乙烯与合成橡胶掺和。聚苯乙烯具有很好的介电性质和光学性质,并能耐不少种类的酸和碱的腐蚀。可用于制造工业装饰、照明标示、电子器件、食品包装、工业家用电器和汽车、飞机仪表部件等。

聚苯乙烯生产以高抗冲聚苯乙烯为例,其简要工艺过程是将粉碎的顺丁橡胶投入苯乙烯和乙苯溶液中,加入定量的抗氧剂,在70 ℃温度下搅拌溶解为橡胶溶液。橡胶溶液在第一反应釜内进行聚合并完成相转变,再经第二、三、四反应釜,得到约为75%转化率的高抗冲聚苯乙烯树脂溶液。再经加热至240 ℃和在0.173 MPa等压下,脱除苯乙烯和乙苯等挥发物。熔融状的树脂由泵加压从模头挤出条状,经水冷却硬化,切粒,掺混外部润滑剂即为高抗冲聚苯乙烯树脂产品。其生产工艺方框流程见图4。

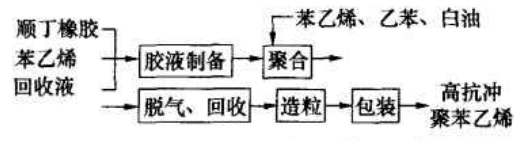


图4 高抗冲聚苯乙烯生产工艺方框流程图

聚氯乙烯 简称PVC,由氯乙烯在引发剂的作用下而制成的热塑性树脂,是氯乙烯的均聚物。氯乙烯的均聚物与共聚物统称为氯乙烯树脂,也是利用悬浮,乳液和本体聚合的方法制得。用于制造软管,电线电缆,薄膜,人造革,发泡物,透明片材和硬管材料。

聚氯乙烯生产以悬浮法为例,其简要工艺过程是将氯乙烯单体、脱离子水、分散剂聚乙烯醇和羟丙基甲基纤维素、引发剂以及其他助剂按一定比例和规定的顺序投入聚合釜。控制恒定的温度和压力,在搅拌的情况下进行聚合反应。聚氯乙烯浆料经汽提脱除游离的氯乙烯后,经离心机脱水,沸腾干燥,筛分和包装,成为聚氯乙烯产品。其生产工艺方框流程见图5。

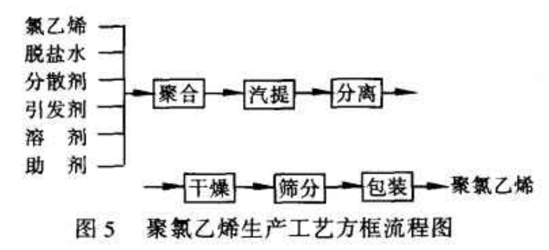


图5 聚氯乙烯生产工艺方框流程图

聚酯 由多元醇和多元酸缩聚而得的聚合物总称,亦称作醇酸树脂。主要指聚对苯二甲酸乙二酯(PET),习惯上也包括聚对苯二甲酸丁二酯(PBT)和芳香脂等线型热塑性树脂。聚酯是一种性质优良用途广泛的工程塑料。还可用以制造聚酯纤维和聚酯薄膜。用途:制造小船壳体,汽车车身,皮箱,装饰板,贮槽和游泳池等。

生产聚酯方法有DMT酯交换缩聚路线和PTA直接酯化路线。以DMT酯交换缩聚工艺为例,其生产过程是将DMT(对苯二甲酸二甲酯)和乙二醇同时加入酯交换塔中,在催化剂醋酸锰的作用下进行酯交换反应,生成对苯二甲酸乙二酯,再加入缩聚催化剂、消光剂、稳定剂,脱去乙二醇后,经预聚合进入前、后缩聚釜进行缩聚反应,生成聚对苯二甲酸乙二酯,即聚酯。生成的聚酯再经切粒,包装后得到产品聚酯切片,其生产工艺方框流程见图6。

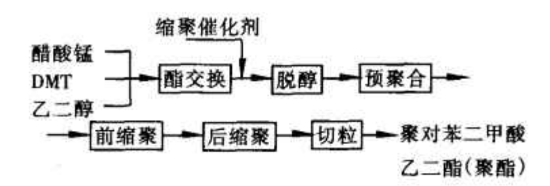


图6 聚酯生产工艺方框流程图

聚胺酯 聚胺基甲酯的简称。高聚物的主链上含有重复的—HNCO—O—基因的树脂,通常调节配方可以制得热固性聚胺酯和热塑性聚胺酯。经发泡制成聚胺酯泡沫塑料,是目前产量最大的泡沫塑料产品。用于制造防振、隔音、隔热材料,如坐垫、床垫材料。聚胺酯(聚胺基甲酸酯)泡沫塑料是聚胺酯合成材料中最重要的一种。其生产方法有预聚体法,半预聚体法和一步法。以一步法发泡生产工艺为例,其生产过程是将原料聚醚(多元醇)与甲苯二异氰酸酯(TDI)在催化剂,泡沫稳定剂,发泡剂等存在下,按比例送入混合头,经高速搅拌后倾注在传送带的纸模上,经链增长,发气,交换等一系列反应,并成甲苯二异氰酸酯和水反应放出二氧化碳及氟碳化合物等气体,即在纸模上发泡,并逐步凝固成固体泡沫塑料。切断后进行熟化,然后剖切成各种不同规格的片材产品。流程见图7。



图7 聚氨酯泡沫塑料生产工艺方框流程图

酚醛树脂 酚与醛经聚合制得的合成树脂的统称,其中以苯酚—甲醛树脂最为主要。酚醛树脂有热塑性和热固性两类。用以制造塑料、涂料、胶粘剂和合成纤维等。

聚甲基丙烯酸甲酯 简称 PMMA,由甲基丙烯酸甲酯(MMA)聚合而制得的热塑性树脂。多为无定型聚合物,相对分子质量常常高达 100 万。主要品种由本体聚合制得的无色固体,是优秀的有机透明材料,俗称有机玻璃。主要用途:制造战斗机座舱罩,挡风玻璃和挤压制品,皮革装饰,灯具涂料等。

此外,还有脲醛树脂,环氧树脂,醇酸树脂,氟树脂,纤维素树脂,有机硅树脂,呋喃树脂等合成树脂,都是塑料制品的丰富原料。

职业危害 合成树脂生产特有的危险性与炼油生产、石油化学工业的危险性相同。在很大程度上取决于合成树脂生产所采用的原料,如乙烯、丙烯、氢氰酸,苯乙烯、苯、对二甲苯、氯乙烯、甲醛等物质,这些都属于易燃,易爆,易中毒的物质。火灾和爆炸是合成树脂生产的主要危险。合成树脂的各种原料,催化剂和溶剂还具有不同性质的毒性与职业危害。

1. 火灾和爆炸:因为合成树脂的单体,溶剂和催化剂等都属于易燃易爆物质,生产装置规模庞大,工艺过程复杂,主要生产过程都是在高温高压的条件下进行,稍有疏忽就会引起火灾和爆炸。

合成树脂所使用的三乙基铝、三异丁基铝、异戊基铝,还有一氯二乙基铝与二氯乙基铝等混合物,这类催化剂在空气中能自燃、遇水能爆炸,有较大的火灾危险。催化剂一旦散落在地上,应立即撒上干黄砂,扫入铁质容器中,并移至安全地带,加水分解。

聚合反应大多是在高温、高压(甚至是超高压)的条件下进行的。操作时对其原料的配比、聚合温度、反应速度若控制不严,容易造成反应系统内压力猛增,引起冲料或出现超温暴聚。暴聚会造成设备堵塞,压力骤增,致使设备损坏跑料,酿成火灾爆炸。高压、超高压系统的反应器、管道附件要定期检查其腐蚀、变形、泄漏、震动等情况,使之符合要求。对压力表、安全阀、紧急放空、自动报警及联锁等安全附件和控制仪表要经常检查,以保证灵敏可靠。负压系统,如设备密封不佳,空气渗漏到系统内,也会出现燃烧爆炸。减压真空泵与聚合釜间的冷凝器效率差,易燃液体蒸气不能冷凝而排入大气,形成爆炸性混合物,遇明火同样产生燃烧爆炸。带压设备,贮罐的事故紧急排放设施失灵,易燃易爆物料紧急排放不当,放空管没有阻火器等,都有爆炸和着火的危险。

在树脂生产的工艺过程中,有些反应物料的温度高于该物质的自燃点,一旦设备发生泄漏,物料漏出便会立即燃烧。聚合使用的溶剂,多为易燃、易挥发、易产生静电的物质,高速泄漏,会产生静电火花引起着火或爆炸。悬浮聚合生产中发生溢料,水分蒸发后,未聚合的单体和引发剂附着在设备或地板表面,遇有火源极易发生燃烧和爆炸。

树脂聚合反应结束,在出料操作过程中,因为出料操作方式不善或者设备选材不当,所排出的未反应完的单体、溶剂、乳化剂、催化剂、引发剂,也都会造成着火与爆炸的危险。

大多数树脂都易燃粉体,在空气中的浓度达到爆炸极限时,遇火源会发生粉体的爆炸事故。粉尘的颗粒越细,危险性越大。在合成树脂的气动输送,树脂干燥和产品包装过程中,粉体爆炸是对生产的一种威胁。在粉体干燥和输送系统上要有良好的防静电措施,否则静电荷大量积累放电,将成为树脂输送,干燥系统着火爆炸的主要火源。

在整个合成树脂的生产过程中,还会发生灼伤事故。生产用的某些添加剂和催化剂,飞溅到人的眼中,皮肤上都会引起化学性灼伤。处理和输送熔融的热塑料存在着烫伤的危险,而低沸点的单体与人体接触,液体物料气化过程中会吸收大量的热量,造成人体冻伤事故。塑料成形加工使用的许多机械设备,要防止机械伤害事故,如三辊、四辊及多辊延压机的辊筒对滚处,容易将操作人员的衣服,手指等卷入。注射机,层压机,吹塑机易发生伤手事故。所以对机器的活动部件要有防护设施。

2. 毒性:合成树脂的生产一般在密闭的系统中进行,通常不会危害人体健康。生产环境的工业卫生状况不好,或出现大量泄漏的情况下,因各种化工原料的性质不同,也会给人体健康带来不同的危害。

乙烯是一种麻醉剂。在大量泄漏时要警惕对人体的麻醉作用,但发挥作用快,恢复也快。只有在氧气中含 94% 乙烯时才有致命危险。

在苯乙烯共聚物生产中,最为危险的物质是丙烯腈、苯乙烯和甲基丙烯酸甲酯,在严重泄漏或溢出的事故状况下,这些化合物可引起急性中毒,导致昏迷和后遗症,如中毒性脑病和严重的中毒性肝炎。

烯烃类的聚合作用,所使用的烷基铝对人体特别有害,因为它们在空气中可自燃,遇到水会剧烈爆炸,其烟雾可以引起严重的肺部损伤,其溶液是含 HCl 的水解物,可引起疼痛性烧伤。

氯乙烯是毒性较大的单体,在$(8\ 000 \sim 10\ 000) \times 10^{-6}$的浓度下可以造成急性中毒,而在浓度高达 0.12 时,人有可能致死。它的慢性中毒也比较严重,长期接触高浓度的氯乙烯,可引起“氯乙烯病”综合病症。其特征为神经毒性症状,末端微循环障碍,硬皮

样皮肤病，肢端溶骨症，肝脾病变等。现已确认氯乙烯是一种工业致癌物质。聚氯乙烯燃烧时可形成一些刺激性很强的物质，如盐酸气，光气和一氧化碳等毒气。

酚醛树脂、氨基树脂和聚酯树脂的生产原料，对人体的皮肤和黏膜有不同程度的刺激，可引起皮肤过敏反应和炎症；同时还要注意树脂粉尘对人体的危害，长期吸入高浓度的树脂粉尘，会引起肺部的病变。

预防措施

1. 工厂的设计和布置要考虑得当，防火防爆间距要符合《石油化工企业设计防火规定》和《建筑设计防火规范》的要求。烷基铝的生产应当单独布置在远离主要生产装置的安全地带。原料贮存区与物料处理系统的设计要可靠，可以大大降低生产中的危险性。

2. 要对工厂职工进行安全技术与生产技术的培训教育，各岗位操作人员必须经过培训，并考试合格，方可上岗独立操作。工厂要定期检查安全技术规程和岗位操作法的执行情况。每个工人都要弄清本岗位易燃、易爆、易中毒的因素，掌握排除故障和事故处理的技能，实现安全生产。

3. 应开展各类事故特别是防止重大、特大灾害事故的预想活动，制定事故应急处理方案，并在岗位上配备足够数量的消防器材和防毒器材，经常检查由岗位工人，车间管理人员和技术人员组成的义务消防队的灭火能力，一旦发生事故，及时进行事故抢救，避免事故扩大，减少事故损失。

4. 消除跑、冒、滴、漏，在有可能积存可燃气体和可燃物料蒸气的部位，安装可燃气体监测警报，避免事故发生。

5. 在合成树脂生产装置内安装固定式和移动式通排风设备，增加厂房内或某一局部范围内的换气次数，降低厂房空气中有害物质的含量，以减轻对工人身体的危害；定期进行厂区附近空气中有害物质的浓度监测，并按监测数据检查现场的污染源头，及时堵塞漏洞，使空气中有害物质浓度降到国家工业卫生标准规定以下。

6. 加强操作工人的个人保护措施。首先是教育工人懂得个人防毒措施和各种器材的防毒原理，自觉实施自我保护措施，学会自救互救方法。工厂要定期对接触有毒有害物质的人员进行身体检查，发现异常及早调离现场岗位进行治疗，并要在毒物危险性大，危害严重的岗位逐步推行定期离岗疗养制度，有效地减少工人接触毒物的时间。

niaosu shengchan anquan

【尿素生产安全】 尿素（H_2NCONH_2），又称脲或碳酰胺，白色晶体，相对分子质量在60.055。尿素大量存在于人类和哺乳动物的尿液中。尿素溶于水、乙醇和苯，几乎不溶于乙醚和氯仿。

尿素含氮量居固体氮肥之首，达46%以上为中性速效肥料，施于土壤中不残留使土壤恶化的酸根，而且分解出来的二氧化碳也可为植物所吸收。

尿素在工业上的用途亦很广泛，可用于制造脲醛树脂、聚胺酯等高聚物的原料（用作塑料、喷漆、粘合剂）。还可作多种用途的添加剂（用作油墨材料、黏结油等），尿素还可用于医药、林业、制革、动物饲料、石油产品精制等方面。

第一座以氨和二氧化碳为原料生产尿素的工业装置是德国法本（I · G · Farben）公司于1922年建成投产的，采用热混合气压缩循环。1932年美国杜邦公司（Du pont）用直接合成法制取尿素氨水，并在1935年开始生产固体尿素，未反应物以氨基甲酸铵水溶液形式返回合成塔，是现今水溶液全循环法的雏形。

中国的尿素工业发展始于1958年，先由南京永利宁厂建成日产10吨尿素的半循环生产法装置，其后又在上海吴泾化工厂建成年产1.5万吨的半循环法装置。1975年中国第一套二氧化碳汽提法装置亦在上海吴泾化工厂建成投产。20世纪70年代以来，我国兴建年产30万吨合成氨、52～60万吨尿素联合生产装置的大型化肥生产厂。至今已建成30余套大化肥生产装置，成为我国主要生产尿素的基地。这些尿素生产厂都以石油化工成品或半成品为原料，因而大都隶属于石油化工行业。由于合成氨—尿素生产的紧密相关性，其生产工艺过程分别介绍如下。

1. 合成氨生产

氮肥生产的主要过程主要环节是制取氢，而合成氨所需要的氮则直接或间接地来源于空气。目前世界上大多数的氮肥厂均采用石化原料或其副产品来制取氢或一氧化碳，只有少数厂家采用电解水法制取氢，由于此法受电力成本制约，难以形成大规模的工业化生产。

用石化原料制取氢和一氧化碳的过程均为化学过程，从其反应类型上来看，大致可分为烃类—蒸汽催化转化法和烃类部分氧化法。前者所用原料一般为天然气、油田气、高炉气、炼厂气、石脑油等轻质烃类；后者以煤和渣油等重质烃类为主。

国内合成氨生产既有以天然气、油田气、石脑油等轻烃作原料的，也有以重油、渣油作原料的，从发展趋势来看，为充分利用资源，应以石油气和重油为原料更为合理。

合成氨两种类型主要工艺流程示意如图1所示。

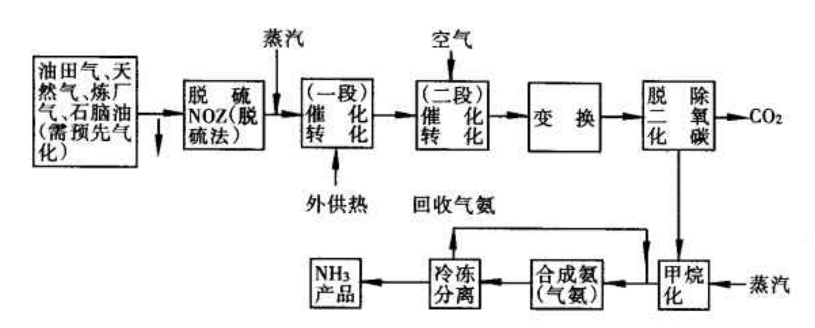


图 1　烃类—蒸汽转化法

烃类—蒸汽转化法其简要的生产过程为：天然气（主要成分为甲烷）经脱硫后与水蒸气混合，先进一段转化炉，在适宜的压力和温度以及镍系催化剂的作用下，大部分甲烷转化为氢气、一氧化碳和二氧化碳。然后在二段转化炉引入空气在炉内燃烧继续进行转化，同时提供氨合成的主要成分氮气。转化气中的一氧化碳在高、低变换炉中于不同的温度和铁系、铜系催化剂作用下与水蒸气反应生成氢气和二氧化碳，变换气中的二氧化碳被脱碳塔中溶液吸收送尿素车间。脱碳气中的一氧化碳、二氧化碳于甲烷化在适宜的温度下和镍系催化剂作用下与氢反应生成甲烷和水蒸气。最后氮氢混合气由压缩机压缩到24 MPa送入合成塔，在540℃和铁系催化剂作用下，氮氢气进行合成氨反应出塔气经冷却使氨冷凝分出即为合成氨产品。

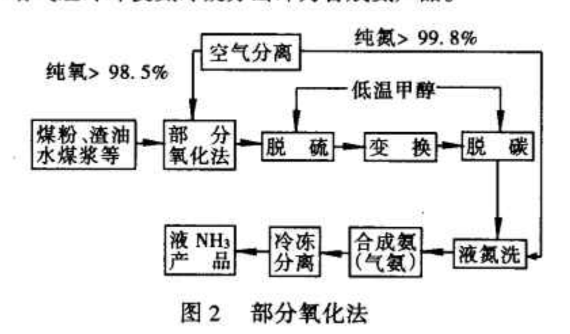


图 2　部分氧化法

部分氧化法其简要生产过程为：

在6.0 MPa压力及1 350℃下，渣油、蒸汽、氧气在气化炉中进行部分氧化反应，制得氢气、一氧化碳等成分的原料气然后回收热量、冷却原料气，进入脱硫塔中与自上而下的甲醇溶液逆流接触脱除原料气中的硫化氢，然后进行变换反应，在铁铬系变换炉中将一氧化碳变换为氢气和二氧化碳，再采用低温甲醇洗涤将原料气中二氧化碳脱除送入液氮洗，脱除残留在净化气中的一氧化碳、甲烷、氩气等，同时获得氢氮比为3∶1的合成气，然后经压缩机压缩至10.5 MPa，进入氨合成塔，在铁系催化剂作用下，反应生成氨产品。

2. 尿素生产

由于循环法生产尿素存在动力消耗大，一次通过的尿素合成率低等诸多缺点，目前大多厂家采用汽提法生产尿素。汽提法是水溶液全循环法的一项重要改进类型。其实质是在与合成反应相等压力的条件下，利用一种气体通过反应物系（同时伴有加热），使未反应的氨和二氧化碳通过气提法合成。二种气提法简易流程如下：

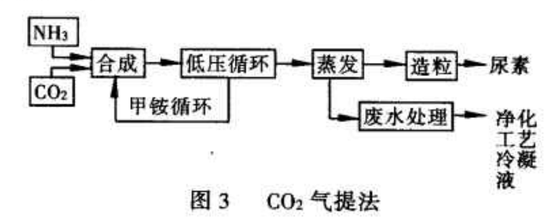


图 3　CO_2 气提法

二氧化碳气提法是将液氨和二氧化碳经高压泵和压缩机加压后送入高压合成系统生成尿素及甲铵，经低压分解，将未生成尿素的氨和二氧化碳分解出并加以回收，出低压的尿液进入蒸发器浓缩至99.8%，送造粒塔进行尿素颗粒造粒。值得一提的是20世纪90年代以后，我国兴建的大化肥厂均采用氨气提法生产工艺。

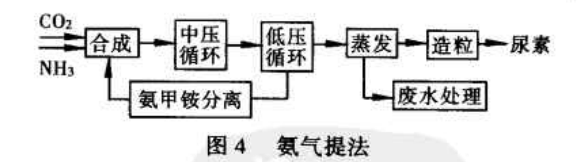


图 4　氨气提法

氨气提法是将经高压氨泵和二氧化碳压缩机加压的液氨和二氧化碳送入高压合成系统生成尿素及以甲铵形式存在的未反应的氨和二氧化碳，出高压合成的尿液进入中、低压系统进行加热分解并将二氧化碳和氨以甲铵的形式加以回收，出低压的尿液进入蒸发器浓缩至99.8%熔融尿素送造粒塔造粒。

职业危害

1. 火灾爆炸：从生产氨到制造尿素的全过程都是在高温高压、低温负压的条件下进行的。从生产原料到最终产品的大多数物质都具有易燃易爆的特性（例

如生产中反应生成的氢、一氧化碳甲烷、硫化氢、氨等气体),以及生产所需要的原料(石脑油、渣油、甲醇等)都具有一定的易燃易爆危险性。

在尿素生产过程中,火灾爆炸危险来源于:原料氨有爆炸性;原料二氧化碳中往往含有氢、一氧化碳、甲烷等杂质。在生产中,为了防腐目的,加入空气,容易形成爆炸性气体。此外由于放空尾气中含有氢、氨、氧等,在某种条件下都会形成爆炸性气体混合物。

2. 毒害性:在合成氨和尿素的生产过程中,使用或产生的各种物料,大多数对人体具有毒害作用,其中主要毒物为氨、一氧化碳、硫化氢、甲醇等;窒息性毒物为氮、二氧化碳。

3. 噪声:对岗位操作人员造成伤害的噪声主要来源于压缩机和各种流体泵发出的机械噪声以及流体压力突变或流体流动而产生的流体动力噪声。

预防措施

1. 火灾爆炸预防

(1)操作人员上岗前要经过严格的培训,考核合格后始能上岗。在操作中要严格执行工艺指标,遵守操作规程。建立健全事故预案,使操作人员熟知事故处理及故障排除的方法。对易燃易爆物料不得随意就地排空排放,排空排放速率不得超过25 m/s。

(2)做好设备保全与维修工作,及时消除跑、冒、滴、漏。安全阀、压力表、液面计、防爆膜以及连锁等安全设施必须保持完好并投入使用。

(3)保持室内厂房通风良好,防止可燃气体积聚,在易燃易爆气体浓度高、危险大的场所可设置可燃气体测报仪。

(4)严格执行《动火管理制度》,对动火申请必须视动火条件逐条严格审核。对职工实行全员消防知识培训。

(5)配足消防车辆、灭火器材,并注意日常对其保养与维护,以便发生火灾能及时投用。

2. 健康防护

(1)有毒害性物质的防护:由于合成氨尿素生产过程是在密闭系统中进行的,在泄漏率得以严格控制的条件下,有毒有害物质对人体的危害相对较小。发生毒害性危险一般是设备发生泄漏检修时,以及停车进入盛装过有毒害物质的设备时。合成氨生产中对人体毒害性最具危险性的物质是硫化氢、一氧化碳和氨,这三种物质的车间排放最高浓度分别是 10、30、30 mg/m^3。对有毒有害物质的防护应建立监测机构,定期进行测定,对连续超标环境下的操作人员要定期检查身体,建立健康档案,并对有毒害物质连续超标的岗位完善防毒措施。进入有毒害物质的容器工作前,应做好通风、置换工作,加强气体分析,备有足够数量的防护器具,加强监护工作。

(2)窒息性气体的防护:合成氨尿素生产中的窒息性气体是氮气和二氧化碳。这二种气体都是无色无臭本身不具备毒性的气体,氮气和二氧化碳对人体的毒害主要是使人缺氧窒息和麻醉窒息,严重的可导致人体死亡。

一般氮气和二氧化碳对人体的危害发生在容器中作业时,因此进入容器必须严格按照安全规程作好气体含量分析,加强通风和置换,特别应该指出的是,有些用氮气置换的容器,必须等通风后氧含量 >19% 时才能进入容器作业。

(3)噪声的防护:在生产中产生的不同频率和强度的声波无规律地杂乱组合形成对人体干扰、危害的声音称为噪声,噪声对人体的危害主要是听觉、神经、心血管等系统。生产车间地点噪声容许标准为85 dB(A),现有企业暂时达不到此标准可放宽至不超过115 dB(A)(每天接触时间不超过1 h)。

在噪声的防护上主要应在设计施工时要考虑到,采取吸声、消声、隔声和隔振等措施。工人操作场所应加强噪声防护,可选用防噪耳塞和防噪声耳罩。对噪声岗位做好操作人员的体检工作。

(4)尿素粉尘的防护:尿素通常不认为是有害物质,尿素不易燃烧和爆炸,但尿素粉尘微粒中含有游离氨,所以吸入尿素粉尘对呼吸道黏膜有刺激作用。尿素造粒塔排气、颗粒尿素转运、散装尿素的贮存以及包装过程均含有尿素粉尘。

为了防治尿素粉尘对人体的危害,在尿素造粒塔可安装除尘装置,对于自然通风或机械通风造粒塔还可采用喷雾除尘法。尿素包装岗位目前采用的较多的为集中干式除尘系统和真空单机除尘器。

shiyou kantan anquan

【石油勘探安全】 石油勘探安全,广义上讲应包括地质调查、地球物理、地球化学及钻探过程的安全。

地球物理勘探是石油勘探的一种方法,是查明地下地质情况和油(气)藏量的勘测手段,主要包括地震、电法、重力、磁法及遥感等探测技术作业。地球物理勘探成果可为油田钻探提供可靠的井位资料,近年来随着生产的发展,在安全管理上引进了 HSE(健康、安全、环境的简称)管理方法,把生产过程中的人、物不安全因素降低到最低限度,使安全生产水平大大提高。

我国石油物探队伍绝大部分是地震队,该队中人员多、民工多、设备多;施工期间远离基地,在野外分散流动作业;居住在营房车上,工作环境较差,气候、地理条件和自然环境影响也较大;作业中使用的交通工具多,经常接触炸药、雷管、汽油、柴油等易燃易爆物品,危险性较大。因此安全工作难度较大,为了保证石油

物探作业的安全施工，保证物探工人的人身安全和健康，最大限度地降低工业伤亡、交通肇事、设备事故和经济损失，在石油物探队伍中必须建立以队长负责为主的安全生产环境小组，配置专职安全环保监督员和专职保健医务人员，实行全员、全方位、全过程的 HSE 管理。遵守执行国家、地方及本企业的有关安全法规、标准和规程，在施工作业中做到三杜绝：杜绝违章指挥、违章操作、违反劳动纪律。

下面按石油物探作业易发事故环节阐述职业安全卫生危害及预防措施：

1. 搬迁。石油物探作业队的人员、设备、材料经常都要长途搬迁，营地同时也要移位安设。搬迁方式有公路、铁路、水运，以公路汽车运输为主，车辆大部分是从国外进口的特种车，路途长达上千千米，时间在一星期以上。由于驾驶员的技术素质不够高，公路路况复杂，车流量大，搬迁运输是事故易发环节，约占事故总数的 80% 以上。

为防止事故的发生，搬迁时必须成立由队长负责的搬迁领导小组，遵守国家公路法和交通规则，按胜利油田汽车驾驶员运输“十八法”严格管理。

2. 营地建设。营地是石油物探工人之家，包括营房车、发配电站、食堂、炸药、雷管临时库房、临时加油站、临时停车场和医务室等，营地建设好坏是确保物探工人身体健康和劳动保护的基本条件。

营地设置要合理，要确保饮用水及食品质量符合国家卫生标准；易燃易爆物品库房的设置布置要合理，要符合国家防火规范，有一定安全间距和防患措施；营房车要接地有防触电保护装置；医务室应具备一定的急救能力；营区要符合当地卫生和环境保护要求。严防发生爆炸、火灾、触电事故和影响人体健康及营地周围环境的事件。

3. 炸药和雷管。石油物探中常用的爆炸器材是地震勘探用的电雷管、TNT 炸药、硝铵炸药、成型药柱。电雷管通电产生爆炸，能引爆埋在地下的炸药，爆炸时间仅为 1 ~ 5 μs，炸药爆炸时瞬间释放出大量热和气体能量，引起地震，其振动波经电传感器传到仪器车，经处理后可得出地下地质构造和地层的资料。

应当指出摩擦、撞击、震动产生的机械能、高温热能、通电电能都能引起炸药爆炸及火灾，炸药爆炸产生大量能量及气体冲击波，其破坏力是很大的，因此在爆破器材的储存保管、运输、使用三个环节上务必要严格注意安全，做到万无一失，因此必须要制订完善的安全管理制度，并严格执行；采取有效的安全措施，严防火灾、爆炸事故的发生。

为防止火灾、爆炸事故伤害必须做到：爆炸物品储存保管、运输、使用的作业人员必须持公安部门发放的合格操作证方能上岗作业，作业人员应严格遵守国家、地方和企业有关爆炸物品安全管理法规、标准和规程。根据生产实践除有一定安全间距外还要特别注意：

储存保管　临时仓库要干燥通风及有防雷、防火灾的设置，有防鼠害措施，严禁烟火，严禁炸药和雷管混合装卸运输和同库存放。雷管库最大储存量为 10 000发；炸药库最大储存量为10 t，码垛宽度不超过四箱，高度不超过1.8 m，垛间距离不小于0.5 m，垛与墙间距不小于0.2 m，垛下面用木板铺垫。库内不准安装电气线路和使用电气设备、照明装置；库内不准存放易燃物品及使用易打火的金属工具和设备，并配备五只灭火器。

运输　运输爆炸器材的车辆要用专车并配备集装箱，要有专人押送；长途运输应持当地公安机关的“爆炸物品运输证”，押运人员在途中不准离车，随时进行监护，停车休息要远离人员聚集地；工地运输时车辆和驾驶员要固定，要严格遵守工地运输爆炸物品的“八不准”规定[不准混装运输，不准从车上扔甩炸药，不准在车上安装和使用无线电通讯设施，不准把车停在村庄及重要建筑设施附近和高压线下面，不准搭乘无关人员，不准无关人员靠近(20 m内)，不准混装其他货物，不准运输炸药包]。

现场管理　地震队和操作人员应持有当地公安机关签发的“爆炸物品使用许可证”及“爆炸员操作员证”，严禁无证使用和操作爆炸物品；接触爆炸物品的人员必须穿着防静电工作服装，禁止穿用化纤服装和带钉子的鞋。

雷管测试　应使用不超过30 mA的专用雷管测试表，不准使用万用电表，严禁测试炸药包的雷管。

炸药包制作　制作点设警戒区(15 m方圆)，距炸药车的距离不小于10 m；不准把雷管放在衣服口袋或塑料袋内，雷管脚线应保持短路状态，不得提前剪短脚线，取用时不得牵管强抽，剥皮要使用防爆剥皮钳，不准用牙咬、手拽；不准在车上制作炸药包，应随包随下，不准随意扔甩、提前摆放或乱堆乱放；同一炮点不准同时包装、存放两个以上的炸药包，禁用两套以上炮线；钻机未撤离炮井时，不准将炸药包置于井口附近15 m之内，应随时有人看护，下炸药包要专人负责，不准提拽或在地面拖拽移运炸药包。

炸药包下井　使用下炸药包工具时，应用稳定压力，不得用力冲击、振动，严禁用钻杆和利用钻机之力强压炸药包；下完炸药包，要轻提炮线，检查炸药包是否上浮；坑泡下炸药包后，坑上要用土埋实，禁止用石块或硬土填埋土坑；水坑放炮的炸药包所处水深不应小于1.5 m，不准用石块重物压在炸药包上面。

激发　在放炮前，爆炸员应检查炮井周围有无重要设施和高压电线，检查药包是否上浮，确认无误后方

准将炮线拉爆炸站；由爆炸员亲自连接炮线，严禁使用爆炸机以外的任何电源进行爆炸作业；爆炸站应设在视野宽阔的炮井上风位置，安全距离一般为：炮井为黏土、沙土层不小于30 m；炮井为岩石、冻土层不小于60 m；坑炮地面炮不小于100 m。

爆炸机操作　受地形限制从爆炸站至炮井为盲区时，必须在两点间派设专人岗哨，用旗语传递信息，不得用口语及其他方式代替旗语；放炮必须用旗语（红旗规格400 mm×300 mm），红旗上举为已准备好，表示已经撤离到安全地带，可以放炮。

盲炮　产生盲炮时，必须拔掉爆炸机上的主炮线，并短路再查找原因；对盲炮必须采取引爆方式处理，禁止采用捅、挖的办法，严禁把拒爆药包埋在井中或弃之不管。

报废销毁　经鉴定为报废销毁的爆炸器材应登记造册，报当地公安机关备案，由当地公安机关、单位安全保卫部门派人到现场，监督在指定地点、时间销毁，销毁方法按爆破规程 GB6722—1986 中 11.2 和 11.3 的规定执行。

4. 特殊作业区。除必须注意上述事项外还要注意：

电法作业　打电极时，周围5 m内不允许有人；供电电极要有专人看护，50 m为禁区，电极半径10 m外用铁丝网隔离；供电作业时，严禁移动电极和触摸供电线路，如遇有特殊情况急需移动时，应及时与发电机操作人员取得联系，经同意并确认停电后，方可移动；车辆行进中严禁受、放线。

水域作业　非爆炸作业人员不得上爆炸作业船，爆炸作业禁止在浓雾、夜间进行；作业时必须设警戒，其半径不小于200 m，对往来船只应发出信号，指出其行驶的航向；起炮前要发出明显的声响向四周报警，所有船只必须全部撤离危险区；发现裸露药包漂浮水面时禁止起炮；定位船的位置应设标控制，防止走锚移动。

沙漠地区　进入沙漠地区作业人员应穿戴信号服装，并有自救知识；放炮后收炮线时要警惕井口塌陷，发现盲炮要排除不能弃之不管。

山地地区　在山前或山谷作业时，应制定预防山石滚落和山体滑坡危害的紧急避险措施；雷雨季节作业时应制定预防山洪袭击的紧急撤离措施；炸药和雷管要整包分装搬运并保持10 m以上距离。搬运队伍不准带报话机、电台、电瓶或其他电气设备；作业人员不得靠近沟边或悬崖峭壁，以防坠落。

5. 物体打击和机械伤害。物探队伍作业场地狭小，条件差，又频繁搬迁，发生物体打击和机械伤害的可能性较多。为预防这类伤害，首先对全体职工要进行 HSE 培训教育，提高职工的职业安全卫生素质、防范事故的能力，还要由队长组织每月进行一次安全生产大检查，及时整改消除事故隐患和不安全因素，并经常督促按 HSE 标准执行。

在钻机作业和震源车作业时更易发生这类伤害事故。起落井架要平稳，升起后人字架锁钩要挂牢，各液压管无挤压、扭转、死弯和磨损现象；动力头下接头与卡瓦要对中牢固；作业中严禁井架下站无关人员或进行检修工作，行走时要落架。震源车下坡时不准挂空挡和停车，上下陡坡必须变速到一挡位置；在升压时车周围10 m范围内不准有任何人靠近，在行驶时严禁任何人在平台和其他部位上搭乘。

6. 工业卫生。预防中暑、冻伤和传染病的发生，高原地区作业要注意缺氧并备有氧气及建立氧舱。

7. 求生和营救。石油物探队伍是石油勘探的尖兵，是先头部队。有时还在无人区、人烟少、地形道路及气候变化复杂的区域作业，因此外出作业时要备足食品、饮用水、通讯工具、车辆油料等。作业人员要有迷路和遇险后的自救知识和能力，能及时向周围发出求救信号，遇有紧急情况，营地要迅速组织营救，必要时向当地驻军和有关单位联系用飞机协助救援。

shiyou zuanjing anquan
【石油钻井安全】　石油钻井是利用钻井装置和工具以及特殊的工艺技术，钻穿几百米到数千米地层岩石，使地层流体与地面形成通道。钻井的工艺过程包括钻前工程、钻进工程和完井工程三部分：

1. 钻前工程是钻进工程前的准备工作，包括修井场和道路；建设备基础；安装井架和钻机设备；架设电路和通讯设施等。

2. 钻进工程是钻井施工的最重要程序，包括从开钻到完钻的全过程。钻进工程要按照设计组合钻具、选择钻头、配置泥浆，确保安全、快速、优质钻进。

3. 完井工程是钻达目的层井深之后，对井眼作完成处理的工程。包括电测、井壁取芯、下套管、注水泥、检测固井质量以及试油等作业。

为了满足勘探、开发的需要，提高钻井经济效益，钻井技术从顿钻到旋转钻，从地面动力钻井到井底动力钻井，从钻直井到钻定向井和水平井，从陆地钻井到海洋钻井，技术水平有了很大提高。

转盘钻井是目前普遍应用的一种主要钻井方法，设备装置主要有：井架、绞车、游动滑车、水龙头、转盘、柴油机（或电动机）、泥浆泵等，以及钻井液循环和净化装置、井控装置。旋转钻井方法主要是：地面动力通过传动装置带动井口上的转盘旋转，转盘带动方钻杆、钻杆和钻头旋转破碎岩石；钻井液在井筒循环，带出岩屑使井眼不断加深。

石油钻井工程施工由钻井队承担，钻井队是多工种配合、昼夜连续作业的野外施工队。钻井队一般设

四个钻井班，每班设司钻、副司钻、井架工、钻工、柴油机司机、司助、发电工等。不同的钻机类型有不同的定员标准。

职业危害 钻井井场机械设备多，由于工艺技术复杂，劳动强度大，因而，要求工人操作规范化、技术熟练，如果不遵守各项安全规定操作、不执行钻井设计和各项技术措施，则容易酿成各类事故。钻井队易发生的重大事故有三大类：井喷失控、人身伤亡和机械及井下工程事故。这些事故一旦发生，将对钻井工程和人身安全造成严重的后果。

1. 井喷失控。钻井施工中的井喷失控事故，是灾难性事故。井喷失控容易引起井喷着火，不仅设备损失巨大，地下能源受到损害，而且还会造成多人伤害。

所谓井喷，即是在钻头钻穿地下高压油、气层时，如果钻井液密度低，钻井液柱压力小于地层压力；或上部井段发生漏失，钻井液柱液面下降，致使钻井液柱压力小于地层压力；或起出钻具时，发生抽吸等，均可使地下高压石油、天然气喷出井口。此时若井控操作程序不当，便可发生无控制井喷，形成失控。喷柱有时高达数十米，短时间内井场周围就会布满原油与天然气，一遇明火或井高速气流带出的砂石撞击到井架上发出火花，就会引起天然气爆燃，造成油（气）着火。井喷着火时，不仅烧毁井架和设备，而且还会造成人员伤亡。

2. 井架倒塌。井架是石油钻井设备中十分重要的部分，它承受着井下钻柱或套管柱重量以及它们与井眼发生的摩擦阻力。井架结构包括天车台、二层台、钻台、井架主体和底座等。钻台是钻井、起下钻、下套管等作业的操作场所。钻井施工中，处理井下卡钻工程事故时，操作过猛或负荷过大，在井架质量及安装质量较差或井架基础松垮情况下，以及遇到风力过大情况时，都有可能造成井架倒塌事故。井架倒塌除设备损坏、人员伤亡外，还可使井下钻具形成复杂事故。

3. 顶碰天车。顶碰天车是指钻井施工中游动滑车上升失控或操作失误，使天车与游动滑车发生顶碰。此类事故极易拉断钢丝绳，使数吨重的游动系统连同上百吨的钻具从高空坠落到钻台上。这不仅造成设备损坏，还可使钻具落井，使恶性机械事故和井下事故同时发生，如果钻台上人员躲避不及，还可能造成严重的人员伤亡。

4. 绞车绞碾。绞车是吊升、下放钻具的重要设备。绞车高速转动部位较多，如果防护装置安装不齐全、不牢靠，或在未停机状态下，进行维修、保养作业，都可能造成绞车绞碾人员事故。

5. 猫头伤人。猫头位于绞车猫头轴两端，利用猫头可以实现钻杆上、卸扣，或起吊钻杆等物件。但是操作猫头必须十分小心，一旦猫头绳缠乱将操作者绞上猫头，极易造成伤亡事故。

6. 高空坠落。钻井井架高度一般在40 m左右。钻井过程中，操作人员在井架高空部位（井架天台车、二层台、立管台等）作业较频繁，如不系好安全带，稍有疏忽大意或操作失误，都有可能发生高空坠落事故。

7. 井塌事故。钻出的井眼，由于地层构造应力或地层岩石水化膨胀，应力作用于井壁，造成井壁坍塌。坍塌的碎岩会将井内钻具埋住，造成卡钻事故，严重时可能使井眼报废。

8. 卡钻事故。卡钻事故是钻进中经常遇到的井下工程事故。当钻具在井内靠住井壁，钻井液柱压力远远大于地层孔隙压力，在压差作用下会将钻具吸附在井壁上；井壁坍塌埋住钻具；井眼轨迹不直，钻具在井内旋转或起下钻时，钻具将拐弯处的井壁拉出“钻槽”式的小井眼，钻具接头、钻铤等进入“钻槽”，都会发生卡钻事故。卡钻事故的特点是钻柱在井内不能提出。处理卡钻事故需要很长时间，钻井周期将被延误，严重时可能使该井报废。

预防措施 针对钻井作业中的职业危害，采取如下预防措施：

1. 预防井喷失控。钻井施工中，要安装配套齐全的封井器组，其压力等级应适应地层最高压力。钻进中，搞好地层压力预测和监测，发现压力异常要及时调整钻井液密度。尤其在钻开油（气）层以前，钻井液密度一定要符合设计要求，并履行钻开油（气）层的批准手续。钻井操作及指挥者，经过井控培训合格，持证上岗。严格执行井控管理规定。

井场照明线路要架空。井场全部电气设备、照明灯具应符合防爆规定，探照灯应用专线控制。

值班房、发电房、油罐距井口不小于30 m。锅炉房距井口不小于50 m。

井场内严禁吸烟和随意动用明火。确实需要用明火时，应按规定进行申请与审批，采取安全措施，方可实施。

2. 预防井架倒塌。井架构件及底座必须完好。井架基础要坚固，水平高差不大于3 mm。安装要规整，螺栓或插销齐全，紧固良好。绷绳齐全，地锚牢固可靠。钻井施工中，井架工要定期检查井架螺丝或插销的缺失、松紧情况，并及时补充与紧固。

指重表是司钻的“眼睛”，要时刻保持性能良好、数据准确。起下钻时要做到平稳操作，严禁猛提猛放钻具。处理卡钻事故时，不得违章操作，不得超负荷提拔钻具。

3. 预防顶碰天车。按照规定装好防碰天车安全装置。开钻前要检查与试用，确保性能良好、工作可靠。

冬季刹车控制系统的气路管线要进行保温，并定

时排放水汽，严防冻堵，确保气路畅通。

司钻操作刹把时，必须精力集中，目送游车上升，遇有紧急情况，应立即刹车和关掉总车开关，同时呼唤钻台人员紧急避险。

4. 预防绞车绞碾。绞车运转时，严禁打开各部位护罩或蹬上绞车进行检修、保养和清洁工作。凡检修、保养和清洁作业，必须在停机状态下进行，并关闭气开关，刹死刹把，设专人看护。作业完毕，清除杂物，装好护罩，仔细检查后，方可启动绞车。

5. 预防猫头伤人。猫头表面应平整光滑，无凹槽和无刺。装好猫头绳挡板和挡绳柱，以防猫头绳缠乱甩打伤人。要按规定选用棕绳作猫头绳，不准用钢丝绳拉猫头。

猫头操作技术要求高，未经过培训的人员，严禁操作。操作猫头时要扎紧衣袖裤脚，严禁踩踏猫头绳。猫头不要超负荷使用，以免拉断猫头绳，酿成事故，应尽量用小型机械化装置淘汰猫头。

6. 预防井架高空坠落。井架工上井架作业时，必须系好安全带。井架梯子、踏板、平台通道及栏杆务必齐全、牢固。遇有异常情况，井架工无法从井架梯子下来时，应迅速抓住井架二层台四角的井架绷绳或乘安全滑车下到地面。

7. 预防井塌。钻井中，钻井液柱压力应大于地层坍塌压力。起下钻时，必须保证井内连续灌满钻井液。钻遇漏层，应先堵漏，应证实循环钻井液能返回地面时，才能恢复钻进。钻遇易水化地层时，尽量使用高 pH 值钻井液。

8. 预防卡钻。为减少压差卡钻，应采用近平衡压力钻井技术，减少压差。钻具在井内不能钻进时，应至少每 3 分钟活动一次钻具。钻遇复杂易卡地层时，钻井液中应加入润滑剂。钻遇盐膏层时，应使用饱和盐水钻井液，钻井液密度应能抗住盐膏层的塑性蠕变。起下钻发现井眼拉出“钻槽”，在“钻槽”井段使破键槽器上下反复破“键槽”，保证井眼畅通。为减少各类卡钻事故，开钻前应检查好设备，快速钻完，以快制险。当钻具在井内有较长时间不能钻进时，应把钻具起到套管内，防止卡钻事故发生。

shiyou kaicai anquan

【石油开采安全】 石油开采是指油井完钻后，根据油田开发的设计要求，应用各项采油工艺技术，将原油最大限度地从油层采出地面的全过程。主要工艺过程包括完井投产、采油注水、压裂酸化、修井作业、防砂堵水、生产测试等项内容。

石油开采工程的三个特点

1. 生产方式特殊。石油开采的大部分工作都是野外分散作业，自然环境和工作条件较为恶劣，常会受到一些自然灾变的侵扰，事故频率较高，如果发生事故后救援不及时会使伤亡扩大，灾害蔓延，造成重大损失。

2. 产品易燃易爆。石油产品主要是原油，天然气，以及液化石油气和少量的天然汽油。这些产品具有易燃、易爆、易蒸发、易于聚积静电等特点。可燃气体与空气混合到一定的比例范围时，若遇明火，即可发生火灾爆炸，造成极大破坏。在一定条件下，可燃性气体和空气混合物有两个可燃性极限，低限是气体混合物可能进行燃烧时可燃气体的最低浓度；高限则是可能燃烧时的最高浓度。此外，这些产品还带有一定的毒性，如果大量泄漏或不合理排放，会造成环境污染、人及生物中毒。

3. 生产工艺多种多样。开采过程中，许多工艺都带有不同程度的危险性，例如，测井时使用放射性元素；采油作业中可能发生油、气泄漏和机械事故；修井时可能发生井喷等。由于事故中多采用多工种交叉作业，加之使用的重型机械较多并且笨重，摆布集中，操作空间紧凑，所以人身伤亡事故的发生率较高。

职业危害

1. 火灾爆炸。采油矿场是油田易燃易爆物品集中的场所。射孔和作业过程中，由于压井液选配不当或作业措施不当，在井口失控时有可能发生井喷着火事故。石油和天然气的管道，油气分离、集输装置，油罐及水套炉等，如发生泄漏、冒顶等情况，一遇火源即可发生火灾，而且很可能由于初期灭火措施不力酿成重大事故。同时油田生产中使用的各种工作物如各种油品、油漆、塑料、有机化合物、木材、乙炔、氢气、氧气等都具有易燃易爆性质，因此也存在着发生火灾、爆炸事故的隐患。

2. 物体打击和机械伤害。石油开采作业需要经常开关各种高压阀门和处理管道堵塞和漏失事故。由于操作人员站位不当或操作不当，在遇有机械故障和高压管道出现异常情况时，有可能发生阀门丝杠飞出、管道崩开、介质喷出而造成人员伤亡；井下作业场地狭小，工人必须在提升系统及重物下作业，容易被坠落的重物砸伤；使用的管钳、大锤、猫头绳等工具滑扣崩断时会击伤人体。石油生产大多数属野外流动作业，各种设备、设施经常搬迁、安装，也增加了施工的不安全性。

3. 炸药爆炸。射孔作业时使用的射孔弹虽然有较好的地面拒爆防震性能，但在储运、使用时，若导爆索、雷管相混或相连，在一定条件下仍会发生地面爆炸伤人事故。起出井口的哑炮，如处理不当也会爆炸伤人。同样，爆炸修井也存在着此类的隐患。

4. 触电。注采系统、井下作业的地面用电设备及现场照明线路，遇到风、雪、雨、雾天气或现场油、水、泥浆泄漏严重时，一旦地面设备绝缘、密封性能不好，线

路和灯具、仪器漏电，容易发生由于触电事故。野外作业急救条件差，触电死亡事故也时有发生。

5. 中毒。油井生产作业中会遇到天然气泄漏，在这种情况下，即使不发生爆炸，也会造成空气污染。化学处理作业如酸化、压裂、防砂、堵水等常用酸液、聚合物及一些添加剂，如果操作、处理不当，容易发生由于接触中毒及污染环境后引发的中毒事故。此外，地面集输管线除垢解堵的化学处理中，使用盐酸清除硫酸亚铁沉积物，会造成硫化氢中毒。

6. 放射性辐射。目前，国内石油勘探和开发放射性测井所用的放射性物质有密封型的、也有开放型的。现用的 γ 源主要有 ^{137}Cs、^{60}Co、^{109}Cd、^{226}Ra、^{241}Am。中子源主要有镭-铍中子源、钋-铍中子源、钚-铍中子源、镅-铍中子源等。放射性同位素主要有铁-59、锌-65、银-110、碘-131、钡-131 等。中子源强度大，中子能量高，如果在运输、存储、装卸及使用中操作管理不当，也使现场工作人员受到过量辐射并对环境造成污染。

预防措施

1. 防火、防爆措施的基本原则

(1)在危险场所应严格控制火源。

(2)在危险场所应设置符合规定的防火安全装置、自动报警系统及通风设施。

(3)采用与生产性质相适应的耐火建筑等级。

(4)在危险场所应设置能够防止火焰蔓延的构筑物。

(5)采取能够限制火焰发展规模的技术措施。

(6)杜绝生产设备的"跑、冒、滴、漏"。

(7)组织训练消防队伍，建立健全防火与消防的组织机构。

(8)配备相应的消防器材。

具体预防措施如下：

采油矿场从井口到油气分离、计量、集输、储油库所有工艺过程采用全密闭流程，各种压力容器都配置安全阀、压力表、水位表等安全装置，所有装置应按要求定期检验，加强维护和检修，做到无渗漏、无缺陷，灵活好用。

油(气)井井口设备应耐高温高压、耐腐蚀并满足安全负荷要求。油罐区安装防雷避电装置，高压管线、阀门、设备固定牢固，采取避震措施以防撞击产生火花。

井场保持三清(井口清洁、油气分离器清洁、值班室清洁)；四无(无明火、无油污、无杂草、无其他易燃物)；五不漏(不漏油、气、水、火、电)。井场及计量站30 m内严禁烟火。检修动用明火时，用蒸气或惰性气体置换，并在事前办理动火审批手续，采取可靠的安全措施。

抽油机的传动装置、填料盒、电动潜油泵的井口设备密封完好，电动机绝缘良好，发生故障时能自动切断电源。

点燃水套炉前应检查并排净炉膛内的可燃气体，并严格按照先点火后开气原则操作，加热炉应安装防爆门。

钻井完井及井下作业时，采用与油气层压力相平衡的工作液。对高压井、高产井，作业前安装好防喷装置、落实防喷措施。禁止使用空气作为气举介质。生产测试时，禁止用工具或金属物敲打井口，以免造成井口损坏及打出火花引起漏气着火。作业时严禁穿化纤服和带钉鞋。

2. 防止物体打击和机械伤害措施

采油井开井前要严格按照操作程序倒通流程。做好各项准备工作，先开低压阀门，再平稳打开高压阀门。开关高压阀门和检查更换井口油嘴时，操作人员应侧面站立，不得面对丝杠和丝堵，防止丝杠或丝堵飞出以及油、气流冲出伤人。

自喷井清蜡应检查清蜡设备，做到刮蜡片直径和形状符合设计要求，与钢丝连接牢靠；钢丝记号清楚、准确，无砂眼、裂痕、扭结、硬弯；清蜡绞车制动装置灵活可靠，严禁用手扶代替刹车；打捞刮蜡片，多人操作要注意统一指挥，配合协调，严禁强拉钢丝。

采油矿场使用水泥车或高压压风机对油、气管线进行清扫或解堵时，升压前应对所有气包、水套炉及其他低压设备采取分离和保护措施。拆除活动管线前必须全线放压，严禁在管线承压情况下敲击管线或紧固松动件。

压裂和酸化作业除实施上述措施外，还应对高压管线、管汇和机泵进行定期技术检验，确保有足够的机械强度和密封性能。

操纵机动绞车挂离合器前，必须将绞车摇把拉出，以免伤人。示功图测试过程中出现任何故障，必须先停抽油机后，再进行处理。

井架安装必须符合质量标准，不得超额定工作负荷使用；重负荷作业时，不准猛刹、猛提；起下管柱施工前，应严格检查井架绷绳、地锚、绳卡及井架底座等；遇六级以上大风时，应停止立放井架和起下管柱作业；井架底座附近严禁挖坑积水，防止基础下沉，造成井架倒塌。

井下作业必须使用安全可靠的设备和工具，严格按照设计标准安装井下作业设备。起下油管柱上扣或卸扣时，推广应用动力油管钳(电动式和液压式)代替管钳和链钳，以减轻工人劳动强度。

井下作业工人必须佩戴安全帽、穿工作服和防砸皮鞋，上井架要系好安全带，携带工具要系好保险绳。起下油管时，吊卡销子要系好保险绳，吊卡两边的销子和活门销子插好后方可提升流动系统。严禁用单吊环提升管柱。井下遇卡时，应检查绷绳、保险绳及提升系

统的安全状况，采取解卡措施后方可平稳提升管柱。采取猫头卸扣必须使用有足够强度的棕绳，严禁使用钢丝绳卸扣。拉绳卸扣时，井口附近的操作人员应撤离到安全区域内。

油管架牢固平稳，地面平整无油污、水泥和障碍物；油管和钻具滚动范围内严禁人员进入。

射空作业下放电缆前应先通井，提升电缆遇阻时严禁强行提升，应采取解卡措施，并固定电缆车。

3. 防止地面爆炸

射孔使用的射孔弹、导爆索、雷管、发火机构等要存放在干燥通风及有防雷、防火设施的库房内，严禁混装运输和同库存放，或组装好存放；哑炮的射孔弹提出井筒后，应逐个检查并拆散存放；电雷管必须全部短路放入雷管保险箱内锁好；雷管或发火机构严禁在现场使用万用表检查测量；仪器操作人员未下达放炮口令，严禁给爆炸机充电；爆炸机平时上锁，放炮完毕后取下钥匙并拔下主炮线；无线电发射机装置应与爆炸物品保持足够的安全距离；射孔弹下井前和电缆提出井口前，应切断井场全部电源；夜间或雷雨天气不要进行射孔作业。

爆炸修井也应采取上述相应措施以防止意外爆炸发生。

4. 防止触电事故

井下作业场所的照明线路应安装触电保护器。线路全部架空安装，不得拖地和有破皮、接头松动、不包绝缘胶皮之处。灯具应经常检查，保持良好的绝缘性能。在条件允许的情况下，尽量采用安全电压照明线路。井口机采设备及装置应保证在良好的密封及绝缘状态下工作，雨天操作仪器时需戴橡皮手套，穿胶鞋，以防漏电伤人。所有操作人员均应学会触电急救方法，避免人员触电后因抢救措施不当造成死亡。

5. 防中毒措施

(1)防中毒原则

1)严格控制排放量(其中包括防止泄漏，对生产流程及主要设备进行密闭，以及对含油污水进行处理)。

2)及时排除聚集于工作场所的油气，主要是采用通风措施，但应指出的是，因油气比空气重，常积存于地面上及低洼处，故通风设备应设置于低处。

3)对工作人员加强防毒知识教育，健全劳保制度，强制使用防毒护品等。

(2)具体防毒措施

严防天然气泄漏、散发。使用有毒性的化学剂处理作业时，应采取相应的防护措施，尽量防止将有毒品注入地层，作业后应清理井场及设备器具的污染物。

测试期间产出的气体应排除并用燃烧器烧掉，产出气体含 H_2S 时，应使用抗硫钢丝(电缆)、抗硫防喷管和抗硫防喷盒。

6. 放射性防护

石油测井使用放射性物质，从储存、运输、操作、剂量监测到个人防护、废物处理，都要达到国家标准《放射卫生防护基本标准》GB4792—84 中规定的技术要求。主要采取以下技术措施：控制照射时间，作业人员通过严格的操作训练，尽量缩短个人受照射时间，年累积剂当量控制在0.05 Sv以内；增大与放射源的操作距离，采用长柄工具、机械手等进行操作；屏蔽防护，按照《放射卫生防护基本标准》设计和建设中子源库、同位素试验室。采用屏蔽墙、门、观察窗、隔离操作箱、防护屏、铅砖等及配套的污水处理系统；作业人员配备铅背心、铅眼镜、剂量检测牌等防护用品；所有放射源和同位素要密闭包装，并使用专用汽车和容器运输储存；剂量检测，按规定配备齐检测仪器和人员，实行现场剂量检测；定期对作业人员进行职业性体检，建立放射性防护技术档案。

tianranqi shengchan ji chuli anquan

【天然气生产及处理安全】 从油气田中开采出的天然气，其成分主要是以甲烷为主的碳氢化合物的混合物(油田伴生气的甲烷含量一般占 80% ~ 90%，气田气的甲烷含量一般占 90% 以上)，还含有少量的 CO_2、H_2、N_2、H_2O 等组分，有些气田采出的天然气还含有 H_2S 和有机硫(硫醚、硫醇)等组分。当天然气从地层流入气井井底，沿井筒流至地面时，常常带有地层水、泥沙、岩屑等杂质，有些气田还产轻质凝析油。因此，天然气在生产过程中必须经过一系列处理。天然气生产及处理一般包括以下工艺内容：注入缓蚀剂、降压、加热、分离、计量、调压、增压等。对于含硫气田，采出的天然气要进行脱硫、脱水处理。经过处理的天然气达到管输标准，才能输入管网供厂矿和城镇居民使用。

1. 注入缓蚀剂。对于含硫气井，为了抑制和减缓硫化氢气体对井内油管套管的腐蚀，要定期向井内加注一定量的缓蚀剂。缓蚀剂流经井内油管和套管时，附着在钢管的内壁、外壁上，形成一层保护膜，将 H_2S、CO_2 等腐蚀性气体与钢管隔开，起到防腐作用。

2. 降压。高压天然气必须经过降压处理，达到设备和管道允许的压力才能流入设备和管道中。通常所用的降压装置为角式节流阀。

3. 加热。高压天然气在降压过程中会产生“节流效应”，膨胀吸热，温度降低。当温度下降到一定程度，甲烷与天然气中的水分结合，就会生成一种类似冰雪一样的白色结晶物质，通常人们把它叫做水合物。水合物堆积在采气设备和管道中，会引起堵塞，压力上

升，气井生产出现异常，严重时，将造成设备或管道憋压爆破。为了防治水合物的生成，一般可以采用水套加热炉提高天然气温度或向天然气中加入甲醇、乙二醇等防冻剂，破坏水合物生成的条件，以保证生产正常进行。

4. 分离。经过加热后的天然气流入分离器，除去油水和固体杂质，油放入储油罐储存待运，水和固体杂质排入污水池进行处理，地层水回注入废井中。

5. 计量。为了了解气井的产能和储量，对分离后的油气水要分别进行计量。目前，国内外用得最多的天然气计量装置是标准孔板节流装置。

6. 调压。天然气经过调压装置调压达到管网或用户所需要的压力后输出。

7. 增压。油气田开发后期，天然气压力衰竭或钻探获得的浅层低压气，其压力低于管网输气压力时，可以利用增压压缩机开采，以提高油气田天然气的采收率。

8. 脱硫脱水。为了保护采气设备管道免受 H_2S 的腐蚀，确保供给厂矿和城镇的天然气 H_2S 含量达到国家规定的标准，对含硫天然气必须进行脱硫脱水处理。脱硫方法分干法、湿法两类。低含硫气采用干法处理，高含硫气采用湿法处理。

职业危害 天然气生产及处理中常见的危害有爆炸、火灾、中毒三类。产生的原因主要是腐蚀、超压、泄漏、违反操作规程等。如果天然气中 H_2S 超过一定的浓度，且在有水的环境中，就会对设备和管道产生严重腐蚀。H_2S 溶于水形成弱酸，对金属造成电化学失重腐蚀、氢脆和硫化物应力腐蚀开裂，严重时会引起管线和设备爆炸。H_2S 是一种无色、剧毒、酸性气体。低浓度的 H_2S 气体有臭鸡蛋味，其相对密度为 1.176，较空气重，与空气混合浓度达 4.3% ~46% 时形成一种易爆炸混合物，H_2S 燃烧时呈蓝色火焰，产生有毒的 SO_2。

1. 爆炸。输气设备（仪表）和管道长期处于受压状态，这些设备和管道都有额定的工作压力，其生产运行压力必须低于额定工作压力。当出现以下几种情况时，很可能会产生爆炸：

（1）操作人员违反操作规程造成设备或管道超压运行；

（2）设备或管道因腐蚀减薄；

（3）设备或管道发生泄漏，漏出的天然气与空气混合至一定比例并与明火接触时；

（4）用空气压缩机实施气井排液时，空气与天然气混合在高温高压下流动；

2. 火灾。引起天然气火灾的主要原因有：

（1）设备和管道由于制造缺陷、腐蚀磨损、年久老化等泄漏天然气，遇明火点燃；

（2）放喷天然气被雷击点燃；

（3）维修设备和管道时违反操作规程引燃；

3. 中毒。最常见的是 H_2S 和 CO 引起的中毒，但 H_2S 的毒性较 CO 大 5 ~6 倍。

造成硫化氢中毒的主要原因有：

（1）当含硫天然气排放或大量泄漏在空气中时，人、畜不慎呼吸后中毒，严重时会造成死亡；

（2）当天然气作燃料用于烧饭、取暖、淋浴时，若燃烧不完全或通风不良，会引起人中毒或窒息，严重时也会造成死亡。

预防措施 防爆、防火、防中毒具体措施如下：

1. 防爆

（1）天然气生产及处理用的设备管道材质和安装应符合设计要求；

（2）设备和管道启用之前必须按照试压规程进行试压并合格；

（3）严格遵守操作规程；

（4）保持设备和管道上的安全阀良好；

（5）严禁超压运行；

（6）做好设备和管道的内外壁防腐；

（7）消除泄漏，保持生产场所通风良好；

（8）严禁用空气作为气井排液的气源。

2. 防火灾

（1）消除天然气泄漏；

（2）对容易泄漏的设备和管道定期检查，消除隐患；

（3）维修采气设备（压力容器、油罐）要动火或人要进入设备内检修时，必须用惰性气体置换天然气并彻底清洗，取样分析合格后再进行。为防止与容器相连的阀门内漏，应用盲板隔离开；

（4）天然气生产及处理场所应严禁烟火；

（5）采用防爆型电器；

（6）采用避雷装置避免雷击引起火灾。

3. 防中毒

防 H_2S 中毒的主要措施是：

（1）加强设备和管道的维护保养，防止含硫气泄漏；

（2）配备 H_2S 检测仪器并保持良好状态；

（3）含硫气放空应烧掉，含硫气田水回注废井；

（4）在含硫气超标的场所进行设备检修时应戴防毒面具，且至少两人在场，一人操作，一人观察，以免万一发生中毒好抢救。

防 CO 中毒的措施。随着厂矿、城镇居民天然气用户的迅速增加，防 CO 中毒的问题越来越显得重要，防 CO 中毒的具体措施是：

（1）普及天然气安全使用知识，做到所有用户家喻户晓，人人皆知；

(2)燃具的选用,所用燃具必须是国家有关职能部门认证的符合安全要求的产品;

(3)制定严格的燃具安全使用和管理的规定;

(4)长时间连续使用燃具的地方要加强通风,以降低 CO 的浓度,严禁将燃具安装在不通风的地方使用;

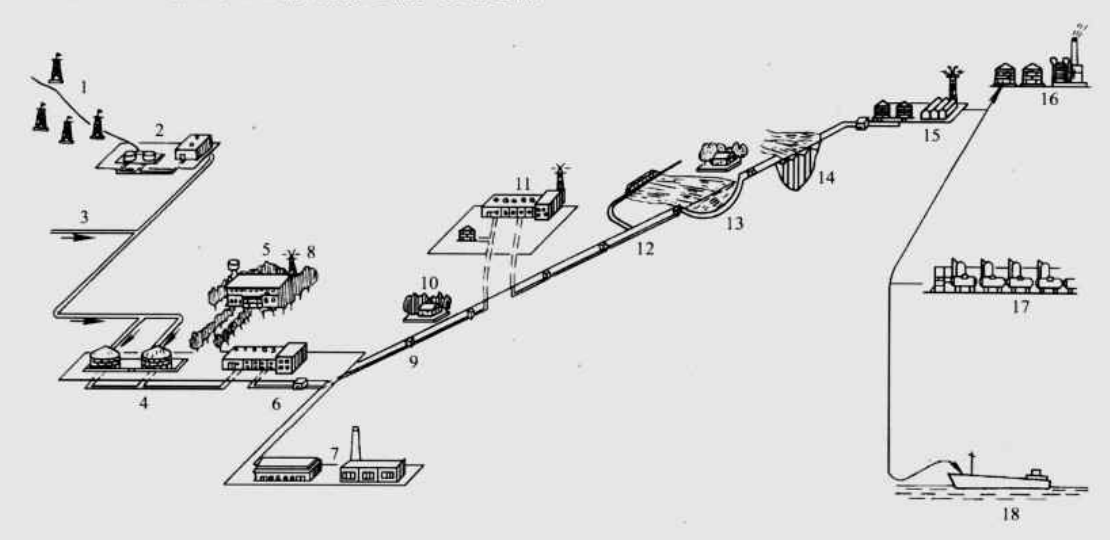
(5)对于安装在室内的天然气动力机组,除必须保持良好的通风外,还应将燃烧尾气引出室外,并定期检查排气管,查看是否破损,以防止 CO 废气泄漏于室内。

shiyou chuyun anquan

【石油储运安全】 指石油和天然气从地下开采到地面以后,经过预加工处理、储存和输送到消费地。石油的运输方式有四种:铁路油罐车运输、公路油罐车运输、水路油轮运输和管道运输。铁路油罐车运输适用于中小批量的原油中长距离运输。在油田开发初期,原油产量尚未达到规模时作为输油管道的建设之前的过渡期,铁路油罐车应用普遍;长距离输油管道的转油站也常设有原油装车栈桥,用火车罐车将石油运往消费地。公路罐车具有运输灵活性大,适用于无水路可通和不靠近铁路的地区,在我国主要用于短途运输。水路运输具有成本低、运输量大的优点,可分为远洋运输、沿海运输、内河运输、湖泊运输。沿海运输指几个临近海区间或本海区内的运输。内河运输一般为国内运输。水路运输的主要运输工具是油轮和油驳,万吨以上的油轮一般用于海运原油,如我国大连新港、秦皇岛油港、黄岛油港等都能够停靠万吨级巨轮。万吨以下的(多以3 000 t以下)油轮、油驳是江河内的常用运油工具。管道运输有两类:一类是油田内的油气集输管道、炼油厂内部的输油管道,这些属于企业内部的输油管道;另一类是用于输送原油、产品油或天然气的长距离输油(气)管道。

长距离输油(气)管道 一般把管径大于150 mm,输送距离大于100 km的管道称为长距离管道。输油管道又可分为原油管道、成品油管道和液化气(包括液化天然气“LNG”和液化石油气“LPG”)管道。目前国内长距离输送原油管道干线最大直径为720 mm,总长度1.7×10^4 km。

长距离输送原油管道由输油干线和输油站(库)组成。干线部分包括管道本身,沿线阀室,穿跨越江河、铁路、公路、山谷的设施;输油站(库)包括管道的起点站(首站)、沿途设置的泵站、加热站和管道的终点站(末站)。为了保证安全运行,沿管道建有专用的微波通讯系统,进行统一的生产调度指挥。长距离输原油管道概况见下图。



长距离输油管概况

1—进场 2—转油站 3—来自油田的输油管 4—首站的罐区和泵房 5—全线调度中心 6—清管器发放室 7—首站的锅炉房、机修厂等辅助设施 8—微波通讯塔 9—线路阀室 10—管线维修人员住所 11—中间输油站 12—穿越铁路 13—穿越河流的弯管 14—跨越工程 15—末站 16—炼厂 17—火车装油栈桥 18—油轮装油码头

天然气管道与输油管道相比,在建设与运行中有其独特之处,但总体设计与运行原理方面与输油管道相似,沿线设有压气站、清管站、计量站、配气站、阀室及气库等设施。

管道输送具有其他方式输送无可比拟的优点:输送成本低、建造价格低且施工周期短、占地面积少、节

省人力、节省能源和安全性高。

石油的储存 为确保平稳输油，在长输管道的首站和末站都相应建造有储油罐群，油罐群(也称之油库)容量一般按管道日输量的5～9倍设置。对采取旁接油罐输油方式的管道中间泵站也建有储罐，其容量视管输量大小设计。天然气一般采用地下储库。储罐可建在地上或地下，以建罐材料不同分为金属罐、非金属罐和岩石地下库。金属罐多建在地上，原油储罐常用立式圆柱形储罐。

1. 地上金属罐。根据罐顶结构分为浮顶罐(包括内浮顶)、拱顶罐和悬链顶油罐。(1)浮顶罐：罐顶浮在油面上，随油位变化升降，浮顶的基本形状是一个紧贴罐内壁的圆盘，周边与管壁设有密封装置。因为浮顶与液面间不存在气体空间，油品不易挥发，储油时损耗小，减小了对大气的污染和产生火灾的可能性。10 000 m^3以上的油罐多采用浮顶罐，国内最大的浮顶罐容积为100 000 m^3。(2)拱顶罐：罐顶为球缺形，拱顶半径一般为油罐直径的0.8～1.2倍。罐顶本身是承重结构，由4～6 mm的薄钢板和加强筋组成，便于施工，相对浮顶罐造价较低，油气损耗大于浮顶罐。由于罐径的限制，国内最大容积为10 000 m^3，国外最大容积为50 000 m^3。(3)内浮顶罐：内浮顶罐基本上是在拱顶罐内安装内浮盘。原油储运很少采用。(4)悬链顶油罐：也称无力矩罐。容量在100～5 000 m^3之间，罐顶由罐壁和罐内中心柱支撑，在重力作用下，顶板自然下垂，形成一条悬链形曲线。

2. 钢筋混凝土非金属储罐。多为地下和半地下式建筑结构。因节约钢材，抗腐蚀能力强，保温效果好，原在我国油田、长输管道和炼油厂采用较多。然而钢筋混凝土油罐防渗漏能力差、防雷击能力差，年久混凝土脱落或裂缝会导致漏油；另一方面，还会使部分钢筋裸露在外，建罐施工中保证不了数以千计的钢筋接头都能接通导走电荷，因此当遭受直接雷击时，雷电的电磁感应和静电感应都可以引起放电，引燃罐内或泄漏在罐外的油气，造成火灾和爆炸事故。我国曾发生过多起钢筋混凝土油罐雷击着火爆炸事故。我国已不再建造这类储罐。

3. 岩层地下库。世界上有地下水封石洞库储油、山洞库储油、盐穴储油等多种形式，我国20世纪80年代开始在黄岛建有水封石洞油库。水封储油是在稳定的地下水位线下开挖洞穴，利用地下水的压力将油封存于洞穴中，达到储油的目的。洞罐的结构一般采用直墙拱顶车厢式的形状，分一排或两排列于地下，洞罐顶部的埋深应比稳定的地下水位至少低5 m。

长距离输油(气)管道的安全运行 管道生产有其自身的特点：管道线路长、站库多，运送介质易燃、易爆、易凝、输送压力高，并且要求连续运行。因此，管道生产需要先进可靠的设备和技术手段，对生产过程进行严格管理、精心的维护、准确的监控，确保输送油、气过程中安全平稳。

1. 生产运行安全。调度人员根据输油量、输油所处季节，制定合理的输油运行方式。通过生产设施上的各类仪表，将系统压力、温度、流量参数和工艺流程、设备运行状态通过通讯讯道传到调度室显示或输入计算机，调度人员将运行工况分析、处理，下达调整或改变运行工况命令。若管理的是成品油顺序输送管道，还要进行品种批量和界面的跟踪。为了安全生产，要求各级调度人员熟悉站库设备流程，掌握运行状态，有丰富的经验和对故障敏感的判别和处理能力。要求全线操作人员掌握现代化设备的操作、维护、保养和事故处理能力。

早先建成的输油管道是旁接油罐的方式。现代化的长输管道运行是实现“泵到泵”密闭输送，要求安全、平稳和优化运行，提高自动化管理水平。

2. 管道SCADA系统。我国管道数据采集与监控系统，已经在东营-黄岛输油管线复线和陕西靖边-北京的输气管线上应用，这是利用现代网络通信技术组成的全自动控制的密闭管输送系统。该系统由调度中心、远传通信信道和监控终端三大部分组成，主要功能是：①从各输油气站采集数据、监视各站工作状态和设备运行情况。②给各站发出指令，自动启、停设备，切换流程。③对控制参数进行给定值和自动调节。④显示管道全线工作状态，向上级调度传送数据。⑤对管道全线密闭输送进行水击保护控制。⑥对管道全线进行随时工艺计算和优化运行控制。⑦对管道全线进行清管作业控制。⑧对全线设备状态及工艺参数进行趋势显示和历史趋势显示。⑨对系统故障与事件自检。⑩对于成品油管道不同油品的顺序输送进行界面跟踪和分输、分储控制。

3. 管道设备。管道输送设备是指输油气站库的生产设备。输油站除油罐外，主要还包括以下设备①输油泵。输油泵是长输管道输送的动力源。输油泵一般采用电动机拖动，机组功率由管道设计输送能力选择匹配。为防止输油泵原油泄漏引起火灾爆炸，输油泵房内的电机与输油泵之间设有防爆隔墙。露天装置的输油泵机组现已在我国主要输油管道上广泛应用。②加热炉。加热炉是长输管道输油的加热设备，炉型有方箱式、圆筒式、斜顶式等多种形式，目前我国主要输油管道为了提高热效率和原油加热过程的安全，已经逐步改为热煤间接加热炉，由热媒介质通过热交换器传热给原油，避免了火焰直接加热油管，减少了加热炉火灾事故。除了油罐、机泵和加热炉以外，主要输油(气)设备还有：输气压缩机、锅炉与压力容器、清管设施、油罐区固定消防设施、阀门、流量计、控制仪表、工

业控制计算机、通信设备、动力设备(电动机、柴油机、燃气轮机、变压器、电气开关等)等。

对设备的安全管理内容包括:设备运行记录、分析,故障检测,维护维修计划,更新改造,关键设备的检测和事故预测。要求操作者严格执行各种设备安全运行操作规程、日常精心检查维护保养设备,使运行和备用设备完好。

4. 管道干线。从泵站出口(管道阴极保护绝缘法兰)至下一泵站入口(管道阴极保护绝缘法兰)之间的线路部分为管道干线。管理工作的对象主要对钢管的防腐、保温、绝缘涂层、阴极保护设施、河流穿跨越、线路阀室、水工保护构筑物进行检查维护。管道干线管理的主要内容有:①巡线检查,防止人为和自然灾害等因素的破坏,保障生产运行畅通。②管道防腐层的检修和维修。③管道内腐蚀、泄漏的仪器检测与维修。④线路水工保护等构筑物、穿跨越工程设施的检查与维修。⑤清管作业和管道沿线的输送介质排放。⑥管道事故的紧急抢修作业。

职业危害 在石油储油过程中,主要危害是石油和天然气的泄漏。泄漏不仅造成经济损失和环境污染,若处理不及时或处理不当,还会引起火灾爆炸事故。雷电引发的重大火灾爆炸事故在石油储运系统发生过多起。重大火灾爆炸事故往往造成严重的经济损失和人员的伤亡。此外在输油(气)管道工程施工、输油(气)设施的改造、机械清管、事故抢修中由于方案不落实,措施不当、违反操作规程造成的跑油跑气、机械损坏、机械伤害、烧伤、高空坠落、石油中毒窒息等人身事故也时有发生。发生火灾爆炸事故的原因往往与输油(气)管道及其设备的跑、冒、滴、漏,设备故障产生的高温、雷电引燃、静电火花、火源及人为操作失误疏忽有密切的关系。

1. 管道事故特点:①管道绝大部分埋地敷设。因其隐蔽,管道事故初期阶段的腐蚀、裂开造成的泄漏则不易被发现。②长输管道站间输油(气)管道只有一条。若干线一处泄漏或中断,即造成全线停输,对于加热输送的原油管道若停输时间过长,管道内原油温度降低,可能造成重大凝管事故。③站间输(气)管道多在野外,若发生管道泄漏事故,尤其是江河穿跨越段发生泄漏,作业环境差、事故处理难度大,另外还会严重污染环境。④管道和站库设施受自然灾害(洪水、地震、泥石流、雷击)容易造成管道冲断、震毁和火灾,破坏性大。例如,1976 年唐山大地震使秦京管道断裂、跨越倒塌;1984 年铁秦管道因上游山洪暴发、石河水库放水冲断管道;1997 年马惠管道被洪水冲断,都造成全线停输、跑油、环境污染事故。⑤人为的损坏、破坏时有发生,如不法分子在管道上钻孔盗油盗气、偷盗跨越管线上的固定件、阀室零部件等。⑥由于埋地管道的土壤含水、碱、磷和微生物,管道通过矿区、城市,穿越铁路、电车、电气化铁路、输电系统等可能在土壤中产生杂散电流,形成地下化学、电化学和微生物作用腐蚀管道。⑦管输原油和天然气含有酸或碱性杂质,可导致管道内壁腐蚀穿孔、开裂,造成漏油事故。⑧埋地钢管的焊缝或材质缺陷或违章操作超压造成管壁裂缝引发的泄漏事故等。

2. 输油泵机组事故。输油泵憋压、喷油、断轴等故障引起的原油外泄,遇输油泵轴瓦过热、研瓦、电动机过载、扫膛、电器设备绝缘不良、打火形成火源或人为火源,从而造成输油泵房着火。

3. 加热炉事故:①由于设计不合理、施工砌筑质量不好、原材料耐热等级不符合规定要求及生产操作中烘炉升降温过急、频繁启停炉、炉体密封不严受热不匀、运行中炉膛产生声波共振,都可能造成炉墙裂缝、衬里脱落,甚至造成炉体变形破坏。②炉管焊缝有砂眼或腐蚀穿孔造成炉管漏油。③操作原因(主要是偏流、偏烧)使炉管局部过热,管内原油热裂解在管内壁上结焦,若采取措施不及时,由于结焦层的热阻作用使管外壁温度进一步上升,加剧表面氧化,使炉管厚度减薄、鼓包变形,最后烧穿。④炉子突然熄火发现不及时,燃料继续喷入炉膛气化形成可燃气体,达到一定浓度时发生爆炸。⑤二次点火时炉内有油气遇明火引起爆喷。⑥燃料雾化燃烧不完全,大量可燃气体在对流室或烟道内二次燃烧或爆炸。⑦炉管破裂漏油大量原油进入炉膛着火爆炸。⑧设计或操作原因形成炉膛正压运行造成爆喷。

4. 油罐事故:①雷击引起的储油罐火灾爆炸事故。②储油罐冒顶、跑油。③罐壁或罐底腐蚀穿孔。④油罐浮盘沉没。⑤检修清罐不彻底,罐内有残存油气,在此情况下进入发生窒息,动火引起爆炸。⑥风雨雪天罐顶作业滑倒或高空坠落。

预防措施 各类事故的预防措施如下:

1. 管道泄漏事故的预防:①在众多的管道事故中,由于管材或焊缝缺陷引起的管道裂缝比较普遍。因此在管道建设上,选用强度高、韧性和可焊性好的优质钢材十分重要。施工中要求在搬运、装卸、焊接、下沟、回填一系列工序中严把质量关,防止管道划痕、压坑、漏焊、对接偏口。特别是钢管出厂前的理化检查、焊接中的质量检查和每道焊缝的超声波或 X 射线探伤。投产前对管道进行强度和严密性试压。试压值和稳压时间按有关规范进行。②对管道全部投用阴极保护,要求金属外壁有良好的绝缘和防腐涂层,避免管道金属外壁直接与土壤和空气接触。对输送含腐蚀物质的原油和天然气管道内壁也要采取防腐措施。③易受洪水、地震威胁的特殊地段的输油(气)管道,要采用安全防护措施。如采用厚壁管、河流穿越段加穿套管、洪

水威胁地段加设护坡，穿越河床部分增加埋深、穿越江河管道的两岸设截断阀门，易受洪水侵袭的大型河流穿越管段敷设备用管道。④对采用密闭输送工艺的输油管道，应注意水击压力波对管道及设备的危害。对高压管道系统，水击正压波可能使管道超压，造成管道强度破坏。水击负压波可能破坏下游站离心泵的吸人特性，造成负压进泵烧毁机械密封。因此应设置管道水击压力超前保护设施。⑤长距离输送天然气的管道，防火防爆是日常安全管理中最重要的工作。投产要做好管道内的空气置换、有毒气体监测、天然气中的氧含量分析等；设备检修要做好检修设备与连接设备的隔离、经过惰性气体的置换、清洗、天然气和有毒气体含量分析合格后，才能拆修设备；对进人管道的气质定期检验化验水、硫化氢、二氧化碳等杂质含量，确保合格，防止形成酸性水溶液腐蚀管道；通球清管时严格按照操作规程，尤其是对液体清除物的排放要密闭输送至金属储罐内，所有设施都要有可靠的电气接地，放空的天然气在放空管采样分析浓度大于其爆炸极限的上限，确认无爆炸可能时，才能点火烧掉。

2. 输油泵机组、输气压缩机组的事故预防：在运行中要严密监视机组各种运行参数的变化，包括机组及辅助系统设备的控制压力、温度、流量、震动等，严格执行电机、燃气轮机、输油泵、天然气压缩机操作规程。对发生的异常情况要及时发现，及时排除故障。按照规程进行维护保养。

3. 加热炉事故的预防：①加热炉的设计、制造、安装、修理、运行要符合有关标准要求。②按标准定期对加热炉进行外部检查、炉管水压实验，确保运行状态完好。③严格按操作规程操作维护。

4. 金属油罐事故的预防：①淘汰早先建成的、导电性能差且易遭雷击的非金属储油罐，使用金属储油罐。②罐区设计应符合国标《石油库设计规范》，投产前按标准进行检查验收。③定期对油罐的安全附件（安全阀、呼吸阀、量油孔、阻火器、液位计、防雷防静电连接、安全监测报警仪器等）进行检查测试，保持完好。④油罐顶部（浮盘、舱）、扶梯应按要求维护保养，做到无积水、无积雪、无结冰、无油污。⑤上罐检查穿戴防静电服装，不穿戴钉鞋，操作使用防爆工器具。⑥油罐内部检修时，应经过彻底清理，吹扫，分析测试罐内油气和其他有毒有害气体含量在安全范围之内，才能允许操作人员进入罐内，以防发生爆炸和中毒事故。

管道安全防护新技术 为保证管道安全运行，根据国内不同长输管道的特点，采用有效的安全防护新技术。①对超役管道、跨越管桥、大型穿越进行安全寿命评估。②在原油中添加降凝剂或热处理降低原油凝固点和粘度，实现含蜡或高黏度原油的常温输送；加人缓蚀剂降低内腐蚀。③管道、储罐上应用新型涂料降低腐蚀。④应用区域性和大气中管道阴极保护技术，解决输油站库的管道设备腐蚀。⑤应用世界上先进的管道不停输检修、抢修、封堵、管段设备更换技术。⑥采用 Pig（所有依靠管道内流体驱动而在管道内运行的器件）进行管道清管、漏磁法和超声波法测量管道壁厚、检漏、成品油顺序输送的界面隔离。⑦重点易燃易爆场所安装可燃气体浓度报警、烟雾报警、火光报警、自动消防系统、安全监视系统等。

shiyou qianhai shengchan anquan

【石油浅海生产安全】 中国石油浅海区域，指在中国沿海岸线 0 ~ 5 m水深线以内的石油勘探开发区。目前，这一工作区域分布在莱州湾、渤海湾、辽东湾三个海域中；分别属于胜利油田、大港油田、辽河油田。该区域含油气构造陆海连片，油气条件充沛，有多种类型的圈闭和多套油气储集层，是我国油气资源富集区之一，勘探开发前景十分广阔，是重要的油气储量接替地区。

石油浅海生产安全，指在浅海区进行的勘探、钻井、建设、施工、采油生产等活动的安全内容。由于石油勘探开发生产，在浅海活动区域范围比较大，延续时间长，生产活动内容多样，如地震、钻井、建设施工、修井、采油、油气管线输送、原油船运等，所有这些活动大多接触易燃易爆物品，不安全因素很多。又由于这些生产活动大多集中在面积较小的结构物或平台上，一旦发生事故，其紧急程度和危险性比在陆地上更要严重，因此，防治手段较陆上要严格，且更要周密。

职业危害 石油浅海生产，除一般生产事故外，主要的危害来自于自然灾害。滩海油田的生产设施和人员活动范围，大多处在海上。因此，受台风、风暴潮、海冰等威胁较大。另外渤海区域也是地震活动频繁地区，受地震灾害影响的几率也比较大。台风、风暴潮一般伴随着有气旋、涌浪等。在平台上部的设施及人员，受风力灾害较多，由于海上空气湿度大，空气相对密度也较大，在同样风速下风压较强。在平台上，受到的主要破坏是，装置、设施、管线被吹坏，人被吹倒，甚至造成死亡。平台下部结构，主要受海浪的冲击、挤压，引起震动、晃动，甚至被毁坏。由于浅海地区海水泥沙含量大，受风浪冲刷损坏也较严重。

海冰对结构物的危害，是在海流和风的作用下，大面积冰源成整体移动，挤压结构物，结构物受挤压产生振动，以至被破坏。自由漂移的流冰，对结构物有冲击作用；冻结在结构物四周的冰片，因水位的变化，对结构物产生上拔或下压；而结构物因温度的变化，在冰层附近产生局部应力；流冰对结构物产生磨蚀作用；堵塞冰的膨胀对结构产生挤压作用，堆积冰对结构物及基础产生压力等。平台结构受到以上的作用力，若超出

承载能力则会造成塌垮，以至沉没。此外在自然灾害发生的同时，往往伴随有次生灾害，如停水、停电、溢油、漏油、引发火灾、运输隔断、通讯联络隔断等。

由于海上结构物空间有限，人员的自存能力和自救能力小。一旦发生灾害，主要依靠陆上救援。但在发生灾害时，往往运输支援手段，也受到灾害影响，难以接近海上目标。浅海油田生产，除自然灾害外，还有海底油气管线、电缆、油气生产设施，受到人为因素的破坏，如渔业捕捞、交通船舶抛锚误破坏等，造成溢漏油气事故。这种事故造成环境污染，毒死海产生物外，还极易发生大面积火灾。由于石油浮在水面上，随风浪漂移扩散，使灾害面积很难控制。因此海上溢油也是危害性很大的灾害。

预防措施 石油浅海油田的开发，在20世纪90年代初期，就提出了“安全、简易、经济、可靠、注重环保”的建设原则。在安全生产方面受“中国海洋石油作业安全办公室”管理，并接受其安全监督检查。按已发布的有关安全规定和标准严格执行，从工程开始就要执行安全检验制度，取得安全许可证，方可投产。使浅海海上石油生产过程处于严格的监控之下进行，严防一切海上事故的发生。

由于浅海区域环境的特点，就要求石油浅海作业，必须严格贯彻“安全第一、预防为主”的方针。在油田开发前期研究工作中，就必须编写安全分析报告报国家有关部门审批。在工程设计中，必须按有关规定、规范、标准编制消防、救火、救生、救护、逃生等内容。在生产过程中，必须按规定购置有关设备，放置指定地点，并定期检查设施的完好情况，如救生圈、救生衣的数量、质量、存放的位置等。其他的救生设备，如救生艇、救生筏、软梯、浮索、抛绳设备、信号设备、通信工具等，也要定期检查。为了使平台上的人员，在发生危险时，能快速逃生，平台上的所有救生设备应随时处于完好状态。关于浅海区域溢油防治，也应纳入安全管理范围，设置区域性的溢油收油设施。海上的溢油收油，国外已有成熟的技术。而海滩区域的溢油收油，由于油水沙混为一体还混有海草及其他固体物，很难使之分离，需要根据油沙的不同性质，采用不同的方法。目前大体有以下几种：

1. 真空抽吸装置：装有专用的吸入头、软管、真空抽吸罐、泵等的个人式或集中式抽吸系统。

2. 污油冲洗系统：专用的海滩冲洗工作船、强力喷头，可伸缩的机械臂和软管。

3. 吸附设备及专用材料：在潮间带、沼泽地的贴地污油，可用稻草席、亲油绳等专用材料在吸附油后，以专用设备挤干、清洗并重复使用。

4. 海滩清洗车：可将沙滩犁耙、翻耕、清洗、回填。

5. 生物降解技术：包括使用植物、微生物、海洋低等动物等，撒在含污油的沙滩上，加入适量的氮肥、磷肥，并隔一段时间翻耕一次，提高透气性，一般在六个月以内，可使沙中含油从2 kg/m^{2}降到0.5 kg/m^2，但最终仍会有大约为原来污油量的20%左右，不易清除干净。

6. 稳定化处理：含油海沙混入生石灰，搅拌后可作为铺低载荷路面的材料。

滩海油田的溢油事故虽不经常发生，但溢油防治设备，应经常处于完好状态，并有专人操作管理。

shiyou jiben jianshe anquan

【石油基本建设安全】 石油基本建设安全一般是指石油天然气开采、加工处理、集输、贮运等工程设施的建设。如油田地面工程、炼油厂、石油化工厂、油气处理厂(站)、油(气)长输管道和泵站、油(气)贮罐站等工程的建设。

石油基建工程特点：

1. 石油基建工程，特别是大型工程一般为联合装置，建设规模大，装置(设备)数量多，生产工艺复杂。单台设备体型庞大，如大型贮罐直径可达数十米，大型塔器的高度可达五六十米，重量可达数百吨，而且要在施工现场组焊、探伤、热处理、整体或分段吊装，起重、运输工作量大，尤其是大型设备吊装，施工难度大，不安全因素多。

2. 装置和容器、管道中生产、贮存和流通的介质大多为易燃易爆、有毒物质、工作状态多为高温(或低温)、高压(或高真空度)，因此，对施工质量的要求十分严格。特别是一些老装置的改、扩建工程，由于与原工程的联系密切，涉及隐蔽工程多，地下情况(地下管网、埋地电缆等)复杂，在施工过程中常会因情况不明或处理不当而损坏地下管线，或因设备、管道泄漏等原因造成人员中毒、火灾、爆炸事故。

3. 石油基建工程点多面广，一个施工企业要同时参与多个工程施工，或一个工程有多家施工企业建设，特别是长输管道工程，长度数十乃至数百公里，施工战线长、条件差、环境复杂，人和物的管理难度都很大。

石油基建施工企业特点：

1. 石油基建施工企业大多数职工是从事野外露天作业，受自然、气候条件变化影响很大，作业环境艰苦，如雨、雪、严寒、酷暑、大风等天气不但给施工安全增加了很多不利因素，也对职工身体健康有很大影响。

2. 施工队伍流动性大，施工环境和任务、施工人员和管理人员变动频繁，不安全因素会重复出现，增加了管理的难度。

3. 由于工程施工多工种配合，交叉作业、立体作业、高空作业多，发生事故的几率大。

4. 施工现场情况复杂，地面障碍物多，施工机具设备多，临时设施多，管线多，坑沟多，临时电线、电缆多，

手持电动工具多,安全隐患多。

5. 施工人员组成复杂,固定工、临时工、合同工同时作业,人员素质差别大,安全生产管理难度大。

职业危害 由于石油基建工程的特点,施工中客观上存在许多不安全因素,而且这些因素也不易控制,很容易发生设备和人身伤亡事故。常见的事故主要有:

1. 吊装事故。石油工程建设中大量的设备构件需要吊装,起重设备种类多、数量大,如桅杆、起重机、卷扬机、滑轮组、钢丝绳等,吊装施工技术复杂,要求起重指挥人员、机械操作人员、司索人员和辅助人员相互密切配合,若稍有不慎,将会导致十分严重的设备及人身伤亡事故。

2. 火灾爆炸。石油工程建设施工中存在大量火灾爆炸因素:

使用大量易燃易爆物质,如氧气、乙炔、液化石油气、汽油、油漆、丙酮、木材等;

使用各种高压气瓶和其他压力容器;

经常进行用火作业,如电焊、气焊、气割、金属构件加热、设备热处理等;

施工用电气线路和设备电气故障;

压力容器和管道试压;

油漆、脱脂、爆破等作业。

这些因素的存在在一定条件下都可能导致火灾爆炸事故的发生,尤其在连续生产的厂区施工,这种危险性更大。

3. 高处坠落、碰撞和物体打击。工程建设施工多数情况为高处作业,作业人员四面凌空,有的无可靠立足点。多层交叉作业时,上、下、左、右互相干涉,管道纵横交错,施工条件恶劣,若无可靠防护措施,极易发生人员高处坠落、碰撞、物体打击事故。

4. 触电事故。石油工程施工中多使用临时用电系统,大量的用电设备,特别是一些小型移动机具如电焊机、手电钻、手砂轮、电铲等的临时电线、电缆分布较乱。施工现场钢铁构件多,易对电缆造成损伤,或因电缆老化破损,尤其是潮湿的雨季,由于设备接地不良或使用操作不当,常会发生人员触电事故或电气火灾。

预防措施

1. 加强施工现场的安全管理

项目工地应设立专门的安全技术部门,建立健全安全管理制度;

施工现场道路、施工用水、电、气管线,临时建筑设施应全面规划,合理布置,并符合国家现行防火、工业卫生等安全规定;

危险作业区域(大型设备吊装、容器组对、射线探伤、电气耐压试验、设备、管道试压、爆破作业等)应设置明显安全标志,并设专人管理;

施工器材应按规定地点堆放,并保持整齐稳固;

施工边角余料及建筑垃圾应及时清理并堆放于指定地点,做到工完料净场地清。

2. 加强特种作业人员的管理

特种作业人员必须持有安全操作证上岗,并严格遵守该工种的安全操作规程。

3. 吊装事故的预防

大型设备的吊装应符合《大型塔类设备吊装安全规程》中的规定,吊装前应编制施工方案和安全技术措施,按规定程序报批,并严格执行;

起重作业人员应熟知施工方案、起重设备性能、操作信号和安全要求。凡参加吊运作业的指挥人员、设备操作人员、司索人员、辅助人员都必须坚守岗位,统一指挥,统一行动;

作业前对所有起吊机械、工具、绳索等按有关标准进行细致的检查,并做好详细的记录;

正式吊装前应进行试吊,并对各部位进行检查符合要求后,方可正式起吊。

吊装前应与当地气象部门联系,当风速大于10.8 m/s和环境温度低于 -20 ℃时,不得进行室外吊装作业,应采取可靠措施,确保水、电、压缩空气等供应有切实保证;

作业范围内应设明显标志,严禁非作业人员通行;

严禁超负荷使用起重设备、不允许吊物悬挂过夜。

4. 预防火灾、爆炸

施工使用的锅炉、压力容器必须按监察规程的要求取得使用登记证,各种高压气瓶(氧气、乙炔、二氧化碳、氩气、氮气、液化石油气瓶等)必须按监察规程的要求加强使用管理。

各种易燃易爆物品应专库隔离存放,并配备足够数量的有效的消防器材;

在生产厂区进行改、扩建施工应按厂方要求采取有效措施并办理用火证,改建装置应停止生产并由生产单位吹洗、置换、检验合格方可施工。施工单位动用电源应办理用电手续。生产单位应为施工用火配备足够数量的消防器;

严禁在带压和装有易燃易爆介质的设备和管道上施焊;

氧气瓶、乙炔瓶与用火地点的相互距离不得小于10 m,氧气表、焊割具不得沾染油脂、沥青等;

严禁铜、银、汞等及其制品与乙炔气接触;

严禁用汽油、煤油、沥青等做引火剂,严禁用汽油、丙酮、苯等易燃物擦洗衣服和设备;废弃的汽油、丙酮、液化石油气残液等易燃物质,应按规定收集处理,严禁

随意倾倒；

设备、管道试压时，要严格执行试压规程，并在设备顶部装设不少于两块压力表，以防止超压；

电气设备与线路的安装、使用应符合安全用电及防火规范要求（详见“安全用电”）。

5. 预防高处坠落、碰撞、物体打击

从事高处作业的人员应按规定进行身体检查，作业时应正确着装，不得穿硬底、铁掌、易滑的鞋；应正确系挂安全带和佩戴安全帽；

高处作业必须设置安全网，并随作业高度位置及时调整；分层作业，中间应设隔离设施；

人员应沿专设通道、梯子上下，不得沿绳索、立杆或栏杆攀登；

严禁上下投掷工具、材料；

雪天应将作业处冰雪打扫干净，风速大于10.8 m/s和雷电、暴雨、大雾天气不得进行露天高处作业；

高处作业人员不得在不坚固的结构上行走，或坐在平台、空洞边缘或安全网内休息；

夜间作业应有足够的照明；

施工用梯子的性能应符合安全要求，梯脚应防滑，梯子应放置牢固；

严禁两人站在同一梯子上工作，作业人员不得站在梯子顶端，梯子上有人时严禁移动梯子。

6. 安全用电

施工用电应执行建设部《施工现场临时用电安全技术规范》，施工现场的临时用电工程，中性点直接接地的380/220 V三相四线制的低压电力系统，必须按规定实行 TN-3 接零保护系统（俗称三相五线制）及按规定使用漏电保护器，做好各类电动机械和手持电动工具的接零或接地保护；

施工现场应使用金属配电箱、开关箱，应有防雨、防潮设施，并应装设牢固；移动式配电箱、开关箱必须实行一机一闸制，进出线必须采用橡皮绝缘电缆；

漏电保护器　应采用两级保护，二级保护漏电动作电流应不大于30 mA，动作时间应不小于0.1 s；

手持电动工具应使用多芯绝缘软线，并妥善接零保护；操作电动工具时应戴好绝缘手套；

电气设备检修时，应先切断电源，并挂上“有人作业，严禁合闸”警告牌；停电作业应履行停、复用电手续。停用电源时，应在开关箱上加锁或取下熔断器；

施工用行灯应为防爆型，并带金属保护罩；行灯电压不得超过36 V；在潮湿地点或金属容器内作业时，行灯电压不得超过12 V；

施工设施和临时建、构筑物，如烟囱、水塔、脚手架、井架等应装设避雷装置，且接地电阻符合要求。

（六）水利工程安全

shuiku daba anquan guanli

【水库大坝安全管理】　中国是世界上水库数量最多的国家。据统计，至 1995 年止，全国已建成各类水库达 8.4 万余座，其中大中型水库2 800座。堤防 20 万公里，居世界首位。这些堤坝保护着 3 亿多人口、4 亿多亩农田和上百座大中城市防洪与供水安全，年供水能力达5 000多亿立方米，同时在发电、养殖、旅游等方面，发挥了显著效益，为促进国民经济的发展、保证国家和人民生命财产的安全起了重要作用。

水库是通过填筑的大坝来抬高水位、拦蓄水量的水利工程，在运行管理中，必须确保水库大坝的安全。一旦大坝失事，将给下游地区造成严重的毁灭性灾害。

我国的水库大坝相当一部分是在缺乏经验和资金、技术力量不足的情况下，通过群众运动兴建的，设计洪水标准偏低，并存在一些严重的质量问题，病险库面广量大，约有四分之一的大、中型病险库和30% ~ 45%的小型险库待除险。由于国家财力有限，因此要在加大除险加固力度的同时，加强水库大坝的安全管理，是各级水行政管理部门的重要职责。

水库大坝安全管理：

1. 行政管理。各级人民政府及其大坝主管部门对其所管辖的大坝的安全实行行政领导负责制。大坝应当按期注册登记，建立技术档案，同时制订大坝安全管理法规及相应的措施。

2. 检查与鉴定。针对大坝安全进行现场检查，一般在洪水期进行，由具有相应业务水平的大坝安全管理人员负责。分日常检查、中期检查、专门检查和全面检查等。每次检查必须编制检查报告，存档管理。同时应当建立大坝定期安全的鉴定制度，对大坝安全状况进行等级分类，以便确定大坝采用何种运行方式，对危险水库安排合理有效的除险加固方案。

3. 监测、分析。大坝管理单位必须按照有关技术标准，以大坝监测仪器进行系统观测，对监测资料及时整理分析，随时掌握大坝运行状况。内容包括水文、结构、地质、抗震、环境等。

4. 维护管理。大坝管理单位必须做好大坝的维护工作，保证大坝和附属设备完好。

5. 应急措施。针对大坝现状和下游行洪区的安全，大坝管理部门应制定详细的调度运行计划。应做好防汛抢险材料的准备和气象水情预报。当大坝出现险情征兆时，立即报告主管部门和上级防汛指挥机构，

并采取抢险措施，确保水库大坝的安全。

6. 法规建设。为加强水库大坝安全管理，保障工程安全，根据《水库大坝安全管理条例》，结合水库大坝的实际，制定具体的安全管理办法，促进工程的正规化安全管理。

shuiwei zuoye anquan

【水文作业安全】 水文作业包括水文测验、水文情报预报、水文分析计算等内容，而涉及安全的主要是水文测验作业。

水文测验指水文信息采集、传输与整理，内容包括：水文站网的规划、布设和调整，技术标准的制订，测验方法的研究和仪器、设备的研制，在水文测站上进行观测和测量，在流域和河段上进行巡回测验和水文调查；对测验和调查资料做系统的整理、汇编、刊印以及资料的存贮、编目和检索等工作。水文测站是进行水文测验、搜集水文资料的基地，全国现有江河基本水文测站4 000余个，遍布全国水网及各类河流。从冰山雪地到风暴潮肆虐的近海地带，从暴涨暴落的山溪性河流到钉螺滋生的平原水网，跨越多个气候带。而洪水时期的水位、流量资料对于国家、人民财产安全事关重大，要求水文职工在高洪面前"顶得住、测得到、报得出"。因而形成了一系列的安全生产特殊问题。

水文作业特点

1. 水文测验作业的许多环节都在水上进行。如在测船上测流、采取沙样和进行水质采样；甚至在水中进行，如小河上的涉水测流，不论天气条件多么恶劣，不分白昼黑夜，都要坚持生产。

2. 水文测验工作在全国范围内，地域性差异较大，不同地区有不同的危及安全的因素。北方在春季融冰时上游有冰坝、冰窟现象发生；山区性河流洪水暴涨暴落并伴随大量漂浮物；河口感潮河段水流往复不定抛锚测验易缠绕；中下游大滩地测验设备难于达到需测员涉水；南方部分地区仍是血吸虫疫区等等。常出现危及测验安全的情况。

3. 水文测验的渡河设施种类繁多，有水文缆道、吊箱，有水文测船，还有利用测站附近的交通桥梁实施桥上测流。凡此种种，均可能涉及缆道、船只以及巡测车辆的作业安全。

4. 水环境监测有野外采样和室内分析两个阶段。通常采用船舶采样、缆道采样、涉水采样、破冰采样、潜水采样等采样方式。受作业环境和客观条件的限制，野外采样容易发生水上作业意外伤亡事故、疫水感染、有毒植物、动物伤害及含有腐蚀性、高温、有毒等物质的水域和排污口对身体的损伤。室内分析通常要使用易燃、易爆、强氧化剂、强腐蚀、有毒有害试剂，高压易燃气体、玻璃器皿、电气设备及加热、高温等操作，有些还需要使用放射性物质。极易产生燃烧、爆炸、割伤、试剂腐蚀伤害、急、慢性中毒等安全危害。

职业危害与防治措施 水文测验作业可能面临血吸虫感染、摔伤、溺水及中毒等职业危害。进行水上作业时，操作人员应穿戴救生衣或救生索。缆道和测船均应有醒目的安全信号标记。

1. 水位观测。人工观读水位时，要注意观察河岸有无崩裂或被掏刷，避免在这些危险处观测。在封冻期观测时，需将水尺周围的冰层打开，捞除碎冰，读记自由水面的读数，要预先小心地检查薄冰层的位置和范围，作好标志，要有专人做监视工作，防止观测人员掉进冰窟内，确保水位作业安全。要求水位应尽可能实现自记。目前水位数据已实现自动采集、固态存贮和远传，甚至通过卫星传输，从而提供了安全、可靠、快捷的手段。

2. 流量测验。江河流量测验依所在地理环境以及仪器设备条件不同而采用不同的作业方式，由此具有不同的作业安全要求，常见的有以下几种。

(1)涉水测验要穿好防水裤，当水深大于0.6 m时，涉水人员必须穿救生衣，水流较急时，要系好救生索。当水深超过1.0 m时，或暴雨雷电过程中禁止涉水检验；汛期或夜测涉水测验时，都应有专人在上游监察水势变化，发现有涨水迹象时，应立即通知测验人员撤到安全地带；在不熟悉的河道涉水测验时，应有人保护，先探明大致情况及深沟位置，防止陷入淤泥、深坑中或发生其他事故。

(2)对于缆道测验，应注意以下安全事项：凡经常与人和物体碰、触的动力线，宜用管套保护，导线接头处必须用绝缘胶布包好，禁止用湿手接触电气设备；主要电子、电器仪表应设有接地装置，以防雷电感应短路而烧坏仪器；应配备探照灯，以监察夜间水面漂浮物等，保障测验设备的安全；在测验设备作平移时应将悬挂的铅鱼、流速仪等仪器提出水面，以防止仪器设备被损坏。

缆道操作人员：严禁用缆道铅鱼载人过河；人员应密切注视水情变化和漂浮物情况，发现有危及安全测验迹象时，应及时采取避开的预防措施；测验中，遇暴雨雷电时，应穿戴胶鞋、橡皮手套等防雷击用品。

吊箱测验的安全注意事项有：垂线水深大于0.6 m时，操作人员上吊箱前必须穿救生衣；吊箱总载重(包括人员、仪器、工具、水样)不得超过设计安全荷重，一般不大于250 kg；测验时吊箱底部同水面的最小间距，洪水期为1.5 m，平水期为1.0 m；为防止吊箱蜗轮受震滑降，除齿轮制动外，应在绞把上用铁丝圈和吊箱框架联结制动；水文站(队)的安全制度中应明确规定吊箱的上、下、左、右、快、慢、停等联络信号，并作必要的演习，做到准确、熟练、及时；机房控制人员在工作过程中不得擅离岗位，应密切注意水势变化和吊箱人员发出

的信号，正确操作；吊箱停用时，应将其放在高于同期一般洪水位2.0 m以上的安全处。

(3)进行船上作业前应做好准备，包括：检查测船，做到船身完好不漏水，有排水及救生工具，机船发动机动力正常；应事先定好测船与岸上的联系信号，并进行必要的演习。

船上测验应遵守的安全规定为：配备了解航运规则，精通驾驶技术、熟悉水情的测船驾驶员；船上测验禁止超载，船上应绘有吃水深度线；测船不得接近闸坝、桥梁、水上标点及正在航行的大船等危险区域；当测验中发生危险较大的风浪、雷电、急流、漩涡、流冰、漂浮物等险情时，应立即靠岸，改用其他方式测验；禁止精神病患者、严重心脏病患者、饮酒者等上船工作；畅流期应停靠在岸边安全区域，洪峰期应有专人看守；冰期和测船停用期，应停放在岸上安全地点，高于同期可能发生的洪水位2.0 m以上；禁止非水文测验人员搭乘测船过河。

(4)冰上测验。在稳定封冻期且冰厚大于0.1 m的河段可进行直接冰上测验；在非稳定封冻期或冰厚小于0.1 m，垂线水深超过0.6 m，应优先选用其他方法测验，若必须采用直接冰上作业时，测验人员不得少于2人；垂线水深在0.6 m以上的冰上作业人员应穿救生衣；冰上或雪地野外连续作业超过3小时的测验人员应佩戴墨镜；在造成上下游落差很大的冰坝附近的封冻冰层（或水面上）禁止人工直接测流取沙；在春季融冰期，垂线水深超0.6 m，当冰面发生较大的裂痕或冰层滑动后，禁止冰上直接作业；开凿的冰孔宽度一般不宜大于0.3 m，否则应设有明显标记，以防坠落冰孔；在不熟悉的河段或水库测验，对冰层承载强度不清楚时，应于测验前，先行查探冰层实际强度，取得强度资料后，再进行测验。

(5)开展桥上测流时，桥测车悬臂伸长应达一定要求，避免仪器设备碰撞桥沿而毁损；悬臂应力强度应能承受施测最大流速时所悬吊的配套铅鱼重量及水流的冲击力，避免车身倾覆，应有足够的稳定性和安全系数，应配备太平斧及其他必要的应急安全设施。下列情况之一者，不宜布置桥上测流：采用流速仪法测流时，桥面离河底最低点距离超过20 m；过往车辆十分频繁的交通枢纽，高速公路桥或交通繁忙的渡口及码头，不能确保测验操作安全；桥面狭窄有碍来往行车及布置桥测设备，或桥梁结构不牢固危及设备及人身安全。

先进仪器设备的采用，不仅提高了生产效率，而且大大改善了流量测验的作业安全环境。例如：采用ADCP（声学多普勒流速剖面仪）进行流量走航测验，各种测量参数在船舱内自动记录和进行计算机处理，极为快速、简便、安全。

3. 泥沙测验及河道观测。泥沙测验及河道观测视不同的任务、地理环境以及仪器设备条件不同而采用不同的作业方式，由此具有不同的作业安全要求，特别是河道观测，常要涉及浅滩和淤泥地区，安全作业更要强调。常见的有以下几种。

(1)悬移质泥沙测验，在悬浮水草或漂浮物较多的河流，要注意观察水草对采样器的影响，在靠近水边取样时，应避开坍岸或其他类似的影响。

(2)河流推移质泥沙及床沙测验时，应全面检查仪器是否牢固，螺钉是否松动，悬吊安装是否牢固。必须有两人以上进行操作，以防意外事故的发生。测验时应避免缆道行车移动，测船较大范围移动，或受大漂浮物冲撞。当采样器卡在河底岩缝时，应避免强拉硬扯。

采用船测时，操作绞车、采样器的人员必须佩戴手套，绞车提升或下降时，非操作人员不得站在绞轮旁边，以免碰伤。

采样器出现故障时，必须在甲板上处理，不能悬于水面处理，以防止设备或零件、工具掉入水中。

(3)采用经纬仪前方交会法进行河道观测时，觇标高度合理，仪器架站稳固，走水边人员应注意避开岸边淤泥、流沙及杂草丛生等危险地带。近年来，采用GPS（全球卫星定位系统）进行水下地形测绘，则可避免岸上交会定标观测可能带来的不利安全的情况。

4. 水质监测。对水质监测安全工作进行科学管理，制订完善的安全操作规章制度，并经常组织监测人员学习。监测人员必须认真执行各项安全规章制度，防微杜渐，消除一些客观存在的危险因素，可大大减少一些人为事故的发生，也可在一定程度上提高水质监测成果质量。在野外采样过程中，必须树立良好的安全意识，严格按照水上航运安全要求和水上作业安全要求采取预防措施。在含有腐蚀性、高温、有毒（包括病毒性）、可燃烧物质的水域或在排污口附近采样时，必须戴好防毒面具或防毒口罩、橡皮手套、安全工作服、工作帽、围巾、胶鞋等，防止有毒气体、有毒物质通过呼吸器官和皮肤进入体内或造成外表损伤；地下水采样时，必须注意不要掉入沿途溶洞、暗沟，在岩洞中采集地下水水样时要配备手电、火把等照明工具，并要注意防止被热地下水烫伤。采用野外自动监测仪，可自动测量pH值、电导率、温度、溶解氧四个参数，并可与卫星平台接口，进行遥测，为水质采样作业安全提供了新的保障。另外，还必须注意采样设备的安全操作和采样设备样品的安全运输。

对于易燃、易爆、强氧化剂、强腐蚀性试剂、剧毒试剂、可燃性气体、压缩及液体气体等，必须按照规定搬运和存放，并有专人负责保管。在实验室进行分析操作时要遵守操作规程和规章制度，时刻保持警惕；加热时要预防加热起火；预防化学反应热起火和起爆；预防

容器内外压力差别引起的爆炸，如：在火焰、电加热器和其他热源附近严禁放置易燃物；易燃易爆物的实验操作应在电风橱内进行，操作人员应戴橡皮手套、防护眼镜及橡皮围裙；绝对禁止使用不耐压的玻璃器皿等。防止烧伤、割伤和试剂腐蚀伤害，如：酸类应保存在阴凉避光处，不得与可燃材料存放在一起；安装易破裂的玻璃仪器时，要用布包裹等。防中毒，避免毒物经消化道、皮肤和黏膜进入体内。如：注意毒物保管、废弃物处理；避免直接接触有毒物等。要注意电气方面仪器的保管、维护与使用，避免触电事故的发生。

(七)轻工业安全

haiyan shengchan anquan
【海盐生产安全】 盐的生产包括海盐、井盐和湖盐生产。我国盐业总产量的70%是海盐；其余的部分，井矿盐和湖盐各占一半左右。

全世界盐的来源主要是海盐。海盐是从海水中提取的，采用盐田经太阳晒的办法来生产原盐。生产过程是：海水→纳潮→制卤→结晶→收盐堆坨。

在上述生产过程中，使用的机械设备较多，如送料机、水力管道输送机、压池机、运盐车、活渣机、薄膜收放机、堆坨机等。使用这些机器时要防止机械伤害和电气伤害。各种电动机械，必须有良好的接地或接零措施。开关车时要穿戴绝缘手套及绝缘鞋以防触电。胶带输送机、水力管道输盐机的旋转部件要加防护罩。机械和人力堆盐、拆盐坨，易发生坍塌事故，要严格按安全操作规程进行操作，堆坨机输送带下不准站人和通过，拆坨时禁止掏空作业，以免盐坨突然坍塌造成伤人。运盐车、压池机等应有良好的照明，转向、制动装置要可靠，性能良好，驾驶人员要持证上岗操作。

海盐生产主要是露天作业，大自然因素造成的危害较突出，如遇雷雨天，则需突击苫盖薄膜和抢盐，若冒雨作业则易受雷击或触电。所以，在落雷区、结晶池(需苫盖薄膜的地方)周围需加强避雷措施；遇天气恶劣时，要保护人员暂停作业并撤离。海盐生产中野外作业多，工人常与泥水打交道，夏季烈日炎炎，气温高达30～38 ℃，工人在卤水中劳动，头顶烈日，脚下卤水炙烫，又闷又热；冬季冻硝要在寒流来临、气温下降到零下20 ℃左右的凌晨出工抓硝，寒风刺骨，十分艰苦。因此应加强个人劳动保护，发放防潮、防暑降温用品，发给野外作业津贴。工人在露天操作时，太阳光照在盐上引起反射，对眼睛危害大，可能引起结膜充血、肥大性结膜炎、内障、翼状胬肉等，应佩戴茶色护目镜以保护眼睛。从根本上改变这种恶劣的工作条件，要加速实现机械化、自动化，盐田改造必须统一规划、因地制宜，按“三化”(工艺科学化、结构合理化、生产机械化)要求，实行“四集中”(扬水、制卤、结晶、贮存集中)。到20世纪90年代初，我国大中型海盐场有小型管道输盐机600多台套，轻型收盐机组90多台套，扬水提卤工序基本实现机械化，盐场内大部分实现拖轮化和轻轨机车或汽车运输。在北方盐区的收、运、堆盐的机械化水平已达到60%以上。

huoyan shengchan anquan
【湖盐生产安全】 我国的湖盐分布很广，蕴藏量极大。内蒙古、青海、新疆等省、自治区是我国食盐和盐化工原料的重要产地。湖盐生产与海盐生产大体相同，其生产过程包括：联合采盐、盐浆输送、固体分离、粉碎洗涤、筛选、脱水和堆坨等。

我国的湖盐企业绝大多数都在西北部的高寒、沙漠或荒原地区。在湖盐生产中，手工劳动较多，使用笨重的镐、钎、耙、勺进行生产。由于工人常年穿着劳动防护皮靴在卤水中作业，不少人患各种类型的霉菌病，皮肤病和眼部疾病也有发生。解决湖盐生产中的手工劳动问题，最根本的办法是逐步实现机械化。位于乌兰布和大沙漠西侧的吉兰泰盐场基本实现了机械化；青海的茶卡盐场已经实现了采场、运盐、堆坨机械化。

在采盐进行手工操作时，对坚固的盐层要进行爆破，使盐层破碎。这种操作一定要遵守《爆破安全规程》。在安放炸药时要注意人身防护，无效炮眼要尽量少，导线长度要够，注意起爆顺序，起爆时无关人员撤离现场，防止飞起的盐石伤人；需设人工掩体时，掩体要设在冲击波危险范围之外，结构要坚固严密，位置和方向应能防止飞石和炮烟的危害；爆破后，经安全人员认真检查，确认爆破场所安全，再恢复作业。开采湖盐爆破作业产生的粉尘、机械开采破碎盐层扬起的粉尘、湖盐运输装卸飞起的粉尘，均对长期在此环境中作业的工人造成危害。粉尘作用于呼吸道时可能引起咽喉炎、气管炎、支气管炎，长期吸入还会引发尘肺病，粉尘落在皮肤上会产生机械或化学性刺激，发生粉刺、毛囊炎、硬皮病；进入眼睛内造成结膜炎和角膜损伤。当人体暴露于氯化钠质量浓度为95～150 mg/m^{3}的空气中时，会产生角膜慢性刺激，会使皮肤脱水，被损伤皮肤呈萎缩疤痕，导致足底皮肤角化症、手掌皮肤角化病裂纹、坏死性溃疡等。因此，在作业时要加强个人防护，使用防尘口罩、防尘用具及防护服。

jingkuangyan shengchan anquan
【井矿盐生产安全】 我国的井矿盐生产历史悠久，2000多年以前的秦代就有生产。产区

主要分布在四川、云南等地。井矿盐的生产过程包括采卤和加工两部分。采卤的工艺过程随盐卤资源状况而变化。盐卤资源分为固体岩盐和天然卤水两种。对于固体岩盐,可采用地下旱采、硐室水溶法开采和地面钻井水溶法开采。

地下旱采:即掘进地下坑道,采出盐矿石,运到地面。若盐较纯净,可直接粉碎加工,供食用及工业用;若盐质纯度低,可将矿中所含氯化钠溶解成卤,再进行结晶。

硐室水溶法开采:对于氯化钠含量很低,含泥沙砾石很多的岩盐矿体一般采用岩盐硐室水溶法开采。工艺过程为向硐室注满水后静溶矿石,使其沿四壁和顶板溶解。从开始溶解到卤水浓度达到饱和,需要约10~20天左右。然后将饱和卤水抽至地面,送去进行加工制盐。

地面钻井水溶法开采:其生产过程是钻井,下套管,加固盐井,再由套管向井内注淡水,溶解岩盐层,使其变为卤水,产生的卤水则由提卤管引出,返至地面,由管道送去制盐。

对于天然卤水资源,可采用钻井开采,其生产过程是钻井,钻机凿穿卤水层构造,在地压作用下卤水从井内喷出地面或井内上升一定位置,再用各种采卤机械设备从井内抽出卤水。钻井设备与开采石油的设备相同。常用的开采方法有气举采卤法、深井泵采卤法、电动潜卤泵采卤法和提捞采卤法。

制盐生产过程:以卤水为原料,由外界提供热能使卤水蒸发掉大量水分,根据各种盐分溶解度的不同及结晶规律,分离杂质,析出盐晶体。采取的方法有真空制盐、沉淀燃烧法制盐、喷淋蒸发法制盐、平锅圆锅制盐等。我国井矿盐加工大多采用真空制盐,少部分采用平锅制盐。真空制盐机械化程度高,生产能力大,连续性强。

井矿盐的生产,在采卤阶段基本属于采掘企业性质,均具有野外、露天、高空作业,流动性大,劳动强度大,条件艰苦等特点。要改变劳动强度大及危险性大的问题,根本的方法是提高机械化程度。我国有些地区在凿井时,现在已普遍采用旋钻、大型涡轮机等先进设备,在安全性、钻井深度、质量上都有提高。在采卤方面,不少地区改变了过去那种依靠畜力、高架、竹筒、铁筒的落后状态。对于天然卤水逐步采用气举法、抽卤机、大型潜卤泵等。平锅制盐的劳动强度大,属高温作业。现在逐步推广真空制盐取代平锅制盐工艺。

在采卤阶段,在钻井时由于泥饼沾附,井径缩小,沉砂井壁坍塌及井内落物等造成卡钻。发生卡钻事故如处理不当会伤人,故应先判明井下情况及卡点位置,采取上提下放,转动钻具或开泵循环以求迅速解卡。在此过程中,除司钻指挥人员外,其他人员应远离井口,以免伤人。钻孔钻井作业时所有回转部分应安装可靠的防护罩,禁止在钻机工作时进行润滑和修理,工作地点应有良好的照明。采矿爆破作业可能发生伤人事故,操作不当甚至造成死亡。在进行爆破作业时要严格执行国家《爆破安全规程》(GB6722—86)的规定,使用的爆破器材应符合国家标准或部颁标准。对于开采岩盐的炸药,必须消除无效炮眼,减少粉盐及细碎盐的产生。装药时务必注意安全,导线必须有足够的长度伸出眼口;对于底部割槽的工作而起爆顺序,应从最下排的炮眼首先起爆,然后按顺序向上起爆,以便一排炮眼能按顺序减轻另一排炮眼的负担,并使爆破的岩盐在割槽内落下而不向外抛出伤人。爆破中产生大量炮烟,要加强通风,使井下空气中各种有害物的浓度符合国家规定的要求。根据有关安全规程中所规定的井下每个工作人员需要的空气量来决定通风方式和进气量。对采区范围和产量较大的岩盐矿井,要采用机械通风,将新鲜空气送到井下,并把井下废气抽出。离井下主要通风道较远的巷道或工作面,必须装设风墙和风帘,以引导井下风流;封闭不需要通风的废巷。产生粉尘较多的是井下工作面割岩陶槽、钻眼爆破、盐矿破碎和成盐等工序。粉尘进入人体有很大危害,能引起肥大性鼻炎、萎缩性鼻炎、咽喉炎、气管炎等;长期吸入较高浓度粉尘,可能引起尘肺病;粉尘对眼结膜和角膜也有伤害。所以,必须采取有效的防尘措施,在盐矿开采作业时,除应采取喷水降尘、排风除尘等措施外,还要加强个人防护。在盐矿爆破、开凿、钻井、采卤作业中会产生各种噪声,使长期从事作业的人员听力下降,引起噪声性耳聋,并影响植物神经中枢,发生神经衰弱症候群。在从事这些作业时应佩戴防护用品,如耳塞、耳罩,有条件的地方安装防噪声设备。

在井矿盐的开采中,一些有害物质的危害还要引起重视。与盐矿共生的光卤石($KCl \cdot MgCl \cdot H_2O$)溶解时,会产生氮、氢和沼气;地下卤水常与天然气共存,含有氮气、碳酸气、硫化氢等易燃易爆气体,因此在采卤时井口要安装贮气柜,以缓冲压力,保证安全。在制盐的蒸发过程中所产生的水蒸气中混有二氧化碳、氮气、二氧化硫和硫化氢等有害气体,应采取通风排放措施。地下卤水中含有大量的溴,在制盐时可分离出来作为一种副产品。溴是一种赤褐色的发烟液体,有强烈恶臭味,能引起流泪、咳嗽、喉痛、头昏、鼻出血,浓度较高时还会引起窒息甚至死亡。所以,作业场所应有良好通风,操作人员要穿戴好防护用具。

对于地下旱采盐矿,由于岩盐易溶于水,因而排水、封闭及防止井下渗水非常重要。岩盐矿床的顶底板岩层,往往含有地下水,井筒穿过含水岩层时必须采

取封闭地下水措施,并在井底开凿水仓,汇集封闭不严或失去控制的井筒淋水及井下巷道渗出的卤水,然后用水泵排至地面;在井口接近矿体边沿或者采区岩盐巷道的掘进过程中,也往往会遇到炮眼和爆破裂隙,渗出卤水,这时应当停止钻眼,并采取用水泥堵塞炮眼的措施,如渗水量大必须停止掘进,进行人工支护或填充巷道,以防溶蚀安全矿柱,造成矿井被水淹没。

boli shengchan anquan

【玻璃生产安全】 玻璃生产,这里指日用玻璃生产,包括瓶罐玻璃、器皿玻璃、仪器玻璃(玻璃仪器、注射器、体温计、工业用玻璃等)和保温容器玻璃。玻璃制造过程包括:配混料、熔化、制造(吹、压、滚、拉、铸)、退火、检验、包装和运输。

玻璃生产的主要职业危害是粉尘,还有热辐射和噪声等。

1. 尘毒危害及防护

玻璃工业的尘毒危害主要有以下两个方面:一是原料在其加工和配混料制备与加料过程中产生的原料粉尘;二是燃料燃烧及原料在池窑的高温和气流作用下产生的燃烧烟尘。前者主要危害车间的作业工人,后者绝大多数都从烟囱中排出,但也有相当一部分扩散在车间内。除此之外,还有成型部位产生的油烟雾。

(1)原料粉尘

原料粉尘中,根据玻璃组成的不同,分别含有游离的二氧化硅、纯碱以及某些具有潜在毒性的物质,如铬盐、钴盐、镉盐、锰盐、镍盐和硒盐、砷盐、锑盐、氟化钙、钡盐、钍和稀土金属。其中,游离二氧化硅含量可占粉尘质量的40%~70%,是产生矽肺的致病物质。据调查统计,患有矽肺病的人数约占行业职工总数的1%~1.5%,应视为主要的防治对象。含碱粉尘(纯碱或钾盐),可引起鼻溃烂和鼻中隔穿孔,并能烧伤皮肤。

防治措施:为控制玻璃生产配料车间空气中粉尘对人体的危害,1986年国家标准局颁布了《玻璃生产配料车间防尘技术规程》GB6528—86,其主要内容如下:

1)工艺布置　配料生产过程应尽量采用机械化、连续作业;工艺设备宜采用竖向布置形式,并应与通风除尘设备的配置相互协调。

2)厂房布置　配料车间应尽可能布置在厂区主导风向的下风侧,并与原料车间和熔窑相距不可太远。

3)厂房建筑　室内建筑结构应尽量减少易积尘的突出部分,多层厂房应有防止含尘空气串流的各项隔离措施;地面应平整密实并适于冲洗和清扫。

4)通风换气　以局部排风为主,将粉尘在散尘点就地排除,并应满足自然通风的有关要求。

5)原料粒度　尽量选用粒度大于0.05 mm的原料;硅质原料小于0.05 mm的颗粒一般不宜超过3%。

6)粉料储存　粉状原料应储存在专用的库房或料仓中;料仓结构应有保证粉料正常流动的各项技术措施。

7)粉料输送　尽量选用密闭性较好的气力输送设备。

8)湿法防尘　配合料的水分一般控制在3%以上;在有粉尘扩散区域的上部空间,应采用喷雾降尘,并建立车间的湿法清扫制度。

9)密闭除尘　凡产生粉尘的设备和散尘点应设置密闭罩或进行隔离,车间应根据工艺设备配置相应的除尘系统。

10)防护与管理　进行粉尘作业时应穿戴好劳动防护用品,定期检测车间空气中的粉尘浓度,定期对职工进行体检。

(2)燃烧烟尘

煤和油是玻璃工业熔窑的主要燃料,在燃烧过程中将产生二氧化硫、氮氧化物(NO_x)、一氧化碳、碳氢化合物等有害气体;玻璃原料在熔窑熔制过程中将产生有毒烟尘,主要有砷、氟、镉、铅等化合物。

防治措施:

1)保持炉压为微正压(不可过大!),以减少窑内各种气体外逸。

2)加强烟囱的排烟能力,烟气在排出之前应采取净化措施。

3)燃油的燃烧过程会使炉窑车间的屋顶下和蓄热室的烟囱下,聚集有达到速激浓度的二氧化硫,在其部位维修时应戴防毒面具。

4)烟道中积聚的钒在清理和维修时是一种危害,因此要有适当的通风,并采用湿法清扫。操作工人要穿防护服,佩戴防护面罩。

5)注意发生炉的煤气,有造成一氧化碳中毒的危险。

(3)车间油雾

为了减少成型的玻璃料与模壁之间的摩擦,提高模具粘附温度,以期得到优质高产的玻璃制品,成型过程中必须首先使模具得到润滑。传统的方式是采用喷油润滑,即"湿滴料"成型。其主要缺点是:需耗用大量机油,当机油喷在高温的溜料道和模具上时,部分雾化成油烟,造成车间内油雾弥漫。烟雾中含有致癌物及硫等有害、有毒性气体,危害操作人员的身体健康。

防治措施:为了解决湿滴料成型的上述缺陷,国内在引进消化的基础上,先后研制成功了干滴料成型技术,主要产品有玻璃模具润滑涂料CM-203,玻璃导料槽涂料LC-02已逐步应用在制瓶机的溜料系统、初型模内腔、成型模口部、漏斗等部位。新涂料不仅适用于瓶罐,而且也适用于灯泡、保温瓶、器皿、仪器、灯具、电器、显像管等日用玻璃产品的成型作业。干滴料技术

的应用，不仅能消除车间内部的油雾污染，改善操作工人的劳动环境，而且能有效地提高产品质量和模具的使用寿命，与湿滴料相对比，成本也可大幅度下降。

2. 辐射热危害及防护

玻璃生产过程的高温作业包括熔化、成型、退火、热加工等主要生产工序。其中熔化玻璃的熔窑是散发大量辐射热和对流换热的连续作业热工设备（炉内温度为1 450 ~ 1 600 ℃），因此，车间内温度较高，夏季车间内平均温度在40 ℃以上，天窗排出口温度达 80 ~ 100 ℃。在热修操作时，工人必须在100 ℃以上的高温下进行操作。这种环境能导致生理应激和各种高温病症。

防治措施：

（1）加强车间的自然通风　在厂房设计时要合理选择车间方位和设置足够的天窗；车间内工艺设备的布置要从整体考虑，辅助生产设备和辅助房间应尽量与主要热源分开。

（2）加强炉体保温　近年来，国内玻璃厂在熔窑改造中，已逐步对池窑大碹、胸墙、池壁和池底采取了有效的保温措施。据国内 21 座保温池窑统计表明：采取保温措施以后，可节约燃料 20% ~22%。在相同火焰温度下，使玻璃液温度平均提高50 ℃左右。与此同时，也大大改善了劳动作业条件，有效地降低了车间作业点的温度。

（3）凡在高温作业下操作的工人，应保证有充足的含盐饮料，以补偿因出汗而失去的盐分和水分。

（4）安装热反射性能良好的金属屏板，以减少热辐射。

（5）进行目视观察时，应戴好防护眼镜，以防操作工人患后发性白内障。

（6）向玻璃加工机旁工人吹送冷空气。

（7）热修作业的工人，应身着全副劳动防护用品：防护服、防护帽、鞋、防护眼镜、石棉手套、防护口罩。

3. 噪声危害及防护

玻璃工厂中，配料、熔制、成型加工以及动力车间，均有程度不同的噪声。一些机器设备的往复推动和冷却所需的高速压缩，使噪声高达 100 ~ 110 dB(A)。按声源的种类可分为以下三类：

（1）空气动力性噪声

玻璃工厂常用的通风机、鼓风机、制瓶机及燃料燃烧设备，在运行过程中由气体和振动而产生的噪声。

（2）机械性噪声

原料的筛分、输送等生产机械设备，在运行过程中由于机械振动而产生的噪声。

（3）电磁性噪声

电气设备在运行过程中，由于磁场脉动、磁致伸缩引起电气部件振动而产生的噪声。如电动机、变压器、电磁加料机及电磁振动筛等。

防治措施：消除噪声源或在声源中减弱、吸收噪声。

（1）在空压机和鼓风机上安装消声器或进行隔声、减振处理。空压机可选用扩张室消声器、扩张室—阻性复合消声器或共振阻抗复合消声器。鼓风机的噪声级高，频带宽，一般采用共振阻抗复合消声器。

（2）将各种风机房、空调室、压缩空气机室布置在熔制车间的池窑底层以减少噪声对主要操作区的干扰。

（3）各种风机房、空调室、压缩空气机室以及布置在车间内部的办公室、休息室，应该用吸音材料围护起来，以降低室内噪声。

（4）改进发生噪声设备的构造，以减少噪声。

4. 其他危害及防护

玻璃生产过程的工序和工种较多，除主要工序配料、熔化、成型等外，其他的辅助部门还有机加工、维修、动力输送、后勤等工种。因此，发生的工伤事故种类也相应较多。但就玻璃生产的特点以及事故的严重程度来说，主要是火灾和爆炸事故较为突出。这类事故多发生在熔窑的烤炉、热修以及燃料加工的发生炉等工序或部位。

（1）烤炉

烤炉是将新建成的池炉的温度从室温升到正常工作温度（1 450 ~ 1 600 ℃）的过程。大多数工厂采用煤气→轻油→重油的燃烧顺序来进行烤炉。在烤炉过程中，煤气爆炸是烤炉中的恶性事故，轻则造成炉体变形，重则会使炉倒人亡。防止爆炸的关键是防止熄火。

预防措施：

1）煤气压力应保持稳定，不能忽高忽低，随时注意火焰不致被风吹熄。

2）输送煤气的连接软管不能被缠绕或压住。

3）发现熄火时，应立即将燃烧器拔出来。

4）注意煤气和空气在点火与熄火时的开关顺序，保证必要的空气进量使燃烧完全。

采用带有安全保险装置的喷射式燃烧器进行快速烤炉，不仅可以缩短烤炉时间，而且当空气鼓风机打转时，可以自动将燃烧阀门关闭。如果火焰熄灭，红外传感器会发出信号及时关闭燃料阀门。

（2）热修

热修是池炉照常在高温（1 450 ~ 1 600 ℃）运转的情况下，对其被侵蚀、损坏、堵塞、漏气的部位进行抢修的过程。在热修施工过程中，常有烧伤、砸伤、坠落和中毒等事故发生。

预防措施：

1）施工前，必须做好热修方案、材料工具、劳保用品的充分准备，做到组织落实，指挥统一。

2）热修工必须佩戴好一切劳动防护用品（如防热服、防护鞋、手套、口罩、帽子等），特殊热修，如修理煤

气管时,必须佩戴防毒面具。

3)清扫检查烟道、蓄热室、碹顶时要两人以上操作,禁止单独行动;吹扫碹顶不准直接站在上面,要站在专门搭好的操作架、操作台上。

4)检查烟道、蓄热室等项工作时,要先与窑头工联系好,互相配合,防止换火伤人。

5)热修检查用照明灯应用低压安全灯。

6)热修时要精神集中,人员勤替换,以防晕倒或煤气中毒;同时要相互注意,前后照应,避免烫伤、砸伤或误伤。

(3)煤气发生站

玻璃厂使用的气体燃料主要是发生炉煤气。它是把煤放在发生炉内通入汽化剂,使煤与汽化剂在不完全燃烧的条件下,经过一系列物理、化学反应制得的气体燃料。煤气中的 CO、H_2、CH_4 及其他碳氢化合物对人体组织有毒害作用;发生炉煤气的爆炸范围比较宽,下限在 21.5%,上限达 67.5%,如果发生煤气漏泄现象,很容易与空气形成爆炸性混合物。

预防措施:

1)发生炉的点炉、停炉、热备必须严格按照规定的程序和要求操作。

2)煤气发生炉和煤气输送系统应保持正压操作,其设备、管道以及接口、阀门、水封、人孔、小门等都要保持严密。否则,在不严密而又出现负压时会吸人空气而导致爆炸。

3)为防止煤气倒流使鼓风管路中形成爆炸性气体,应在鼓风空气导管中设置止逆阀或空气和煤气的自动调节装置。

4)空气、煤气管上设置水封及防爆门,以保证发生爆炸时排出燃烧产物的可靠性。

5)发生炉煤气出口立管、除尘器等处必须设置放散管,以备点炉、停炉和排除故障时排放气体。放散管要高出临近建筑物2 m以上,排放煤气时应给予点燃。

6)煤气设备和现场要保持良好通风,未经特别许可,禁止在煤气站点火和焊接。

gongwenduji shengchan anquan

【汞温度计生产安全】 汞温度计是利用汞体积随温度上升而增大,随温度下降而减小的原理制成的。按用途分为体温计和工业温度计两大类。在生产上按温度计的结构和形状,分为棒状温度计和内标套管式温度计两种。汞温度计的制造工艺较复杂,常用的棒状体温计的生产工序达 46 道,主要有:玻璃熔化与管料成形、汞提纯、选管、量泡、灌汞、定点、刻度等。

我国汞温度计的生产,除体温计在部分工厂有专用机械设备外,其余均是劳动密集型的手工操作。由于汞温度计属玻璃制品,且多为有汞的热加工和敞口作业,在各工序的加工过程中很容易破损,造成半成品中的汞在车间内流散和蒸发。据 1987 年对一些工厂的调查,汞温度计行业的车间汞蒸气浓度为 0 ~ 0.952 mg/m³,平均为0.0798 mg/m³,超标 6 倍,测汞点合格率为 35.28%,汞吸收占作业人数的 26.96%,汞中毒占汞作业人数的 12.76%。汞危害较严重、发病率较高的工种,对体温计企业有汞提纯、选管量泡、灌涨、缩喉、检修、渗透印色;对工业温度计企业有汞提纯、选管量泡、灌汞、涨真空、复溢、封口管。以上工种的汞中毒发病率平均为 26.5%。因此,降低汞温度计企业的工作场所汞蒸气浓度,减少汞中毒的发病率是汞温度计行业劳动保护的首要任务。

汞温度计企业的汞毒危害是由多种因素造成的,它不仅与含汞废气、废水和废渣的处理处置技术有关,而且与生产工艺、厂房布置、通风排毒及管理等多种原因有密切联系。因此,消除和减少汞中毒危害,应采取以下综合防治的措施。

1. 在温度计行业贯彻有汞温度计和无汞温度计同时生产的方针,加强低汞和无汞温度计的研制和生产,从根本上消除或减少汞的危害。对现有汞温度计企业进行技术改造,引进国外的先进设备,提高生产的机械化、自动化水平,减少操作人员接触汞和汞蒸气。

2. 在厂房布置、工艺过程和设备方面,要尽量减少汞和汞蒸气的污染,在布置工艺流程和设备时,有汞作业和无汞作业要隔开,减少交叉污染。在多层建筑的厂房中,无汞作业布置在下层,有汞作业布置在上层;有汞作业布置在下风侧,无汞作业布置在上风侧。工艺厂房的地面应由中央向两边倾斜 1% ~1.5% 的坡度,并在两侧设置明沟及废水管道;地面、墙壁和天花板应分别涂环氧树脂及过氧乙烯保护层以防止渗漏。汞扩散严重的部分要集中,洗汞和蒸馏应分别在专门的列管式洗汞系统和蒸锅系统内进行,全套装置应集中起来,放在密闭装置内并在负压环境下运行。

3. 采取有效措施,消除生产过程中产生的流散汞和吸附汞所造成的二次污染。消除大颗粒的流散汞,可用洗耳球、汞吸头的真空泵收集流散的汞粒,消除散溶的细小汞粒,可采用三氯化铁质量分数 20% 或漂粉精质量分数 10%、漂白粉质量分数 10% 的溶液洒在散落的细小汞粒上,使其完全被覆盖。对于吸附汞,可将一定量的碘放在汞作业场所,任其自然升华,与室内的汞蒸气化合,生成不易挥发的碘化汞,以降低空气中汞的浓度;还可在车间安装紫外线灯进行照射,使空气中的一部分氧变为臭氧,与汞蒸气作用生成不易分解的氧化汞。

4. 加强汞作业室的通风。根据作业的工艺过程和操作情况,可采用密封通风柜,使工艺设备在通风柜内。设备内和操作中散失的汞都控制在通风柜内,通过通风系统排出;还可采用孔板下吸风操作台,以及进

行槽边吸风和侧吸风。室内普遍有汞污染时,可实行全面通风,把汞从通风系统排出。在主要利用机械通风排除生产中大量汞蒸气的同时,也要注意自然通风,利用主导风向,增大开窗面积,走廊开脚窗,获得较好的自然通风条件。总之,在厂房设计和建造时,要有一个良好的通风系统,风的流向要合理,从无汞污染区到污染较低的区域,再到污染重的地区,不能反向流动;使汞污染区的空气保持一定负压,以免汞蒸气向外泄漏。在操作中,要保证通风系统正常运行,随时检查风的流向,使汞污染从通风系统排放到废气处理系统。

5. 建立有效的“三废”处理和处置系统,使其达到国家规定的排放标准后再进行排放。对于含汞的废气,可采用旋流板塔高锰酸钾化学溶液吸收法处理,经检测达标后排入大气;以生产体温计为主的工厂,应利用氯处理活性炭吸附法进行室外集中处理。对于含汞废液,工厂各车间排出的含汞超标的废水,应排入专用废水管,并在废水管道上逐段设置汞回收罐,定期收集流散的汞;汞提纯工序的含汞废水,最好和其他工序的含汞废水分开处理,以便节约处理成本。对于含汞的固体废物,应进行熔烧处理,处理后的废渣进行残汞量分析,使含汞的质量浓度低于1 mg/kg,熔烧炉应尽量采用回转炉,整个系统保持良好的负压操作,冷凝温度宜控制在20 ℃以下;熔烧的尾气要达到国家排放标准后才能排放。

6. 加强科学管理,建立健全各种有关规章制度。建立健全工厂防汞工作的管理机构和以经济责任制为中心的各项规章制度;定期检测汞作业场所和周围环境空气中的汞浓度,发现超标现象,应根据不同情况及时予以解决,加强汞作业人员的个体防护。

7. 加强职业病的防治工作。坚持上岗前的身体检查,凡患有口腔疾病、明显的肝肾疾病、精神病及严重的神经衰弱者不宜从事汞作业;定期对汞作业人员进行体检,争取做到早期发现,早期治疗。

pige shengchan anquan

【皮革生产安全】 皮革通常是指经过鞣制,将兽皮的表皮和毛除去,制成在工业和生活上具有各种不同用途的成品革。这里的皮革生产指皮革鞣制与整理。

皮革的种类很多,根据来源,主要有牛皮、羊皮、猪皮、骡马皮、骆驼皮、狗皮、海豹皮等。制革工艺因皮革品种、成品革用途、脱毛方式、鞣制方法的不同而不一样,但其基本工艺流程是相似的。主要包括防腐防霉、杀虫、脱毛、鞣制、染色、加油、整理等过程。

制革的劳动条件比较差,生产过程中手工作业的工序多,操作人员的劳动强度很大,作业活动中存在物理、化学和生物因素的危害。

1. 机电伤害及防护

制革行业的各类机电伤害事故屡有发生,主要原因有:

(1)目前许多制革厂使用着一些未定型的机械设备,如打光机、滚压机、臂式刮软机、铲皮机等。这类机械设备不仅生产效率低,而且操作者劳动强度大,通常又没有安全防护装置,所以极不安全。

(2)制革机械设备有很大一部分为滚轴式供料操作方式,如去肉机、削匀机、挤水机和伸展机等刀轴类设备。操作者的手部在送料操作时极易接触刀轴或送料辊等旋转部件,从而造成压、轧、削、划等类伤害。这类机器设备,一部分设置有安全防护装置,如削匀机等,但有很多设备都没有这方面的考虑。

(3)转鼓是制革生产的主要专业设备,转鼓运转中,若没有划定转鼓防护区,人靠近容易发生挂绞事故。另外,转鼓如不能在需要的位置迅速停车或转鼓刹车不灵敏,也极有可能发生人身伤害事故。

(4)剖层机的带刀强紧力要适度,否则刀易断裂,带刀局部产生小裂纹时可打小孔以减小局部应力,裂纹扩大则应及时更换,否则易发生断刀伤人和损坏机器事故。另外还要注意进刀量和进刀速度不能太大。

为了防止或控制上述事故的发生,应采取下述措施:

(1)各类危险设备应尽可能安装和使用安全防护装置。当不能安装和使用安全防护装置时,应划定危险区范围,使操作者和危险区之间保持必要的安全距离,并为操作者提供指示性安全技术措施。机器的传动部位必须设置防护罩。各类工作危险区如运转中的转鼓、大型运转设备必须选择栏、网、罩、盖等适宜的防护装置,以及工作平台、扶梯和警戒标志。刀轴类机器在操作者易触及的刀辊、供料辊前应有可调式活动护板。

(2)具有液压系统的机器设备必须有过载保护装置,液压油必须保持清洁,最大油压不得超过系统内使用元件的安全工作压力。压力表及显示装置应清晰、灵敏、准确、可靠,并应定期校验。

(3)由于制革生产环境的影响,如空气中的腐蚀性气体、环境的潮湿、导电性粉尘等会降低电气绝缘性能,严重时可能导致绝缘损坏;因此,电气绝缘性能的好坏是制革企业用电安全应着重考虑的问题。为此,必须定期检测电气设备和供配电线路的绝缘状态,发现问题,及时处理,以防发生电气事故。

(4)各类设备应有完善的安全操作规程,严格执行专机专人负责管理和维护的规定,可以确保设备的正常运转和操作者的安全。对重点设备,如去肉机、片皮机、削匀机、伸展机、挤水机、磨革机、熨皮机、真空干燥机、臂式刮软机、重革打光机等机器设备操作的人员,应接受专业教育,具有专业知识和经验,能够识别所操作的机器设备可能出现的故障和危险。

(5)由于机器设备管理和维护不善而影响其工作

性能问题，在制革企业是较为普遍的。为了使机器设备经常处于良好运转状态，减少事故的发生应建立三级维修制度和定期检修制度。

2. 物理危害及防护

对有噪声、振动、高温、低温、潮湿、静电等物理性危害的作业，企业必须采用有效的安全防护措施。必要时，应给作业人员提供个人防护用品。

（1）噪声、振动

在转鼓、震荡拉软机、摆式重革打光机、空气压缩机、真空泵等高噪声设备所在车间和作业场所，工人工作地点噪声应符合《工业企业噪声卫生标准》第 5 条的规定。企业自制制革生产设备时，其噪声指标应符合国内皮革机械专业厂家同类产品标准中的噪声卫生标准。测试方法应符合 GB7612—87《皮革机械噪声声功率的测定》的规定。在暂时达不到标准要求的车间或作业场所，应建隔声休息室，供作业人员操作间隙轮流休息，以减少其在噪声环境中的暴露时间。隔声休息室的噪声强度以65 dB以下为宜。空压机、真空泵、锅炉房的送、引风机噪声都在95 dB以上，此类噪声源产生的噪声主要为空气动力性噪声，降噪措施应以消声、隔声为主。

操作摆式重革打光机等具有强生产性振动设备的人员，每工作日应有两次工间休息。其工作环境温度不得低于16 ℃，因为寒冷是振动职业病的重要致病因素。由于男女性别的差异，使女性对振动危害有更高的敏感性。所以，一般应限制妇女从事某种振动作业。

对噪声，振动作业的操作人员应按规定定期进行体检，发现噪声、振动禁忌病患者应区别情况调换其他工种。

（2）高温、低温、潮湿

车间内作业地点夏季空气温度应符合 TJ36—79《工业企业设计卫生标准》第 49 条规定；作业地带空气温度应符合第 48 条规定。鞣制、熨平、超声波喷浆及其他形式的喷涂烘干、贴板干燥、棚板干燥等具有高温高湿的车间或作业场所（亦称行业性生产热源）夏季空气温度应尽量参照 TJ36—79 第 54 条的规定。

供给保健清凉饮料是防止高温作业人员中暑，保证其健康的重要措施。对高温作业人员应供应足量符合卫生要求的保健清凉饮料及含盐饮料。

车间内工作地点的冬季空气温度应符合 TJ36-79 第 55 条规定。安装转鼓的车间和其他温加工车间必须采取疏通积水措施，设置行之有效的排水沟，并定期疏浚。所有湿度大的作业场所必须采取有效的防潮排潮措施，降低作业场所湿度。对从事高温、寒冷、潮湿作业的人员也要配备相应的防护用品。

（3）静电

生产中的静电危害虽然正在受到重视，但由于这项工作起步较晚，因此职工对静电危害的识别能力还不够。目前，在制革生产中发现的静电危害仅限于振荡拉软机静电击手和静电吸引化纤衣服致人身轻伤等少数实例。就振荡拉软机而言，必须采取防静电措施。振荡拉软机传送带等有关部位的静电电位必须控制在10 kV以下，一般应控制在5 kV以下，尽量控制在1 kV以下。为控制振荡拉软机的静电电位，可使用抗静电剂涂敷在传送带上，也可用静电消除器来消除静电。必要时应增加周围空气湿度。振荡拉软机工作场所不得存在可燃易燃性混合气体。操作人员操作时，不得穿着合成纤维衣服（已采用防静电溶液定期处理的衣服除外），工作服应紧身合体，衣服下摆不得松散。

3. 尘毒危害及防护

制革行业中的脱毛、鞣制、涂饰等工序使用较多的化学毒物，在磨革、干均匀等工序中又有皮尘的危害。

（1）应积极以无毒、低毒的物料或工艺代替有毒、高毒的物料或工艺，如铬鞣剂的铬酸盐和重铬盐为极重危害的毒物，接触会产生皮炎和湿疹，以至铬疮和溃疡，严重的有铬致鼻病。但由于铬鞣法不能被替代，因此只能用低铬高效的鞣制方法代替用铬较多的方法。同时建议使用固体铬鞣剂（过去称铬盐精，现称铬粉），这样可以减轻环境污染和对配制铬鞣液工人的职业危害。如是制革厂自己配制所需的铬鞣液，使用时要特别加强防护，不得使其粉尘以及含有重铬酸的蒸汽长期与操作人员接触，也不得让铬盐污染环境，因此，配制铬鞣液时应在密闭的设备中进行。目前，制革厂普遍采用灰碱法进行脱毛，但会造成硫化氢对环境的污染。而无硫脱毛剂是多种硫醇的混合物，具有和硫化钠一样的还原作用；不同的是硫醇可以在脱毛后于鼓内很快地为空气所氧化。所以，在废水中就不会产生硫化物污染的问题。因此，宜推广使用无硫脱毛剂。

（2）生产中必须使用有毒物料时，应尽可能以机械化代替手工操作或使用密闭的生产设备，如用先进设备和工艺取代刷涂、揩涂以及喷枪喷涂等手工作业，密闭设备应尽可能保持负压状态。密闭生产设备投料和出料，应采用机械或高位槽、管道，不应采用人工倾注的方法。因生产技术条件限制设备无法密闭，或密闭的生产设备有毒气体逸出时，必须采取通风排毒措施，并优先考虑采用局部排风系统，并对空气中的有害物质进行净化或回收。

（3）采用隔离操作，如采用氧化脱毛时，应采取隔离操作措施或实行仪表控制，操作人员应尽可能减少在转鼓房作业和停留的时间。

（4）在制革生产中牵涉到大量的化工物料，如亚氯酸钠、二甲胺、甲醛、氨水、苯、甲苯、二甲苯等。操作

者要特别注意皮肤防护与呼吸防护两个方面。对于接触能从皮肤浸入人体的毒物的作业人员必须戴橡胶手套；对于接触能从呼吸道侵入人体的毒物的作业人员必须戴口罩（必要时，还应使用防毒面具）；对于配制铬鞣液的操作人员，在皮肤暴露部位涂防护油膏或质量分数3%二硫基丙醇油膏；鼻腔用棉花沾液体石蜡、凡士林或氧化锌油膏涂抹。在紧急抢救有毒的生产设备和抢救泄毒事故时，作业人员必须戴防毒面具，必要时，应使用氧气呼吸器。

4. 生物危害及防护

制革生产中，在加工、贮藏、运输原料皮的过程中，作业人员可能感染炭疽、布氏杆菌病、口蹄疫等动物传染性疾病。

防护方法：

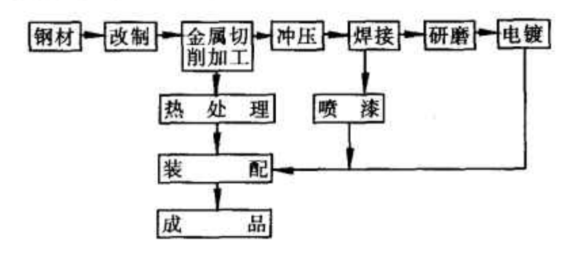
(1)严格执行兽医卫生防疫规定，减轻生物性职业危害。

(2)房屋、场地、设施和原料皮的消毒，是企业卫生防疫的一项重要措施。消毒的目的是消灭传染病源和散布于外界的病源微生物，以切断传播途径，免除职业感染和疫病流行。消毒可分为预防性消毒和即时消毒。消毒的方法通常可采用机械式清除、物理消毒法、化学消毒法。化学消毒法又可以采用浸灰、浸酸或环氧乙烷熏蒸等方法。

(3)人体感染的炭疽有三种类型：皮肤型——由接触带菌原料皮而感染，肠型——由食品或饮用含有炭疽杆菌的食物或饮水而感染；肺型——由吸入带炭疽芽孢的尘埃而感染。同样，布氏杆菌病的传播途径也是食品、接触和呼吸。因此，生物性职业危害的个人防护就应针对这三种感染途径而分别采取相应的技术、设备措施。

zixingche shengchan anquan

【自行车生产安全】 我国的自行车生产量居世界首位。随着国民经济的发展，人民生活水平不断提高，自行车的生产量日益增多。自行车生产是一门综合性技术，工艺比较复杂，工件繁多，其生产工艺流程如下图所示。



在钢材改制和零件加工过程中，冷轧机、劈料机、金属切削机床和冲床等机械会发生机械伤害事故，特别是冲压过程。自行车立叉一次成形时，手工操作需要3道工序才能完成一个冲压件，手拿手放要往复取件6次，很容易发生轧手的事故，因此必须采取措施进行防范。如采用冲床磁性安全装置、远红外线开关、自动送料装置以及人体感应式冲压安全器；尽量采用机械送料，实现机械化、自动化操作；在各种机械设备的进口处设置防止人体或手臂卷入的防护装置；还要加强管理和培训教育，建立有关安全作业的规章制度和操作规程。

电镀是自行车生产中危害比较大的工序，存在各种危害。电镀时主要有害气体是氰化物、酸碱蒸气和烟尘等，要加强通风排毒，收集起来的毒气还要经过处理才能排放。电镀液中的氰化物是剧毒品，要防止进入人体，还要防止氰化物与潮湿空气和酸类物质接触产生剧毒、易燃的氰化氢气体，在酸料和镀液过程时，不能把氰化物容器与酸容器混用；在清理电镀槽、酸洗磷化液槽和地下管道时，要防止硫化氢等有毒气体的危害，采取通风排走有毒气体。电镀槽中的铬酸、铬酸盐、镍化物及其蒸气对人体有害，沾在皮肤上会造成灼伤、溃烂和湿疹，因此操作人员要穿戴防酸服、防酸手套、安全靴和护目镜。

自行车生产中要注意防火防爆。自行车的车架、前叉、挡泥板、链罩都要进行涂装，常采用电泳深漆、淋漆、浸漆和静电喷漆等方法。涂料和稀释溶剂大都是易燃易爆物质，如苯和二甲苯等。因此，涂装操作室应单独设置并安装有效的排风机，室内设备要符合防爆要求；烘燥箱道应设温度控制、报警、自动切断电源装置及灭火装置。自行车零件焊接主要是气焊，因此要加强乙炔发生器和乙炔钢瓶的管理。乙炔发生器是容易发生着火爆炸的设备，一旦发生回火，乙炔胶管和氧气胶管也可能发生着火爆炸。因此，焊工要经过专门培训，持证上岗；焊接操作和使用乙炔发生器一定要严格按安全操作规程进行；乙炔发生器的压力、温度要控制在一定范围，不得在烈日下暴晒，如中压乙炔发生器的工作压力不得超过0.15 MPa，发生器气室温度不得超过90 ℃；乙炔发生器距火源不得小于10 m；乙炔发生器的零件损坏时，不得用铜、银制造的零件更换，不得用水银温度计插入发生器；在电石与水接触前，应先用氮气吹扫发气室，将空气排出，地面上的电石粉末不得用水冲洗；乙炔发生器及输气管道的使用应符合安全要求，整个系统必须有可靠的气密性，并安装正水封、逆水封和阻火器。自行车的许多零件都要进行热处理。在渗碳处理时，要向加热炉中通入丙烷或丁烷、氨气和甲醇等。使其在高温下分解出一氧化碳为主的气体，进行渗碳。由于丙烷或丁烷、甲醇都是极易燃烧爆炸的气体，如操作不慎或设备出现故障都有可能发生危险。因此，丙烷或丁烷钢瓶和甲醇都应单独存放在通风良好与火隔绝的专用库房内，设备、管道和钢

瓶应防止泄漏，室内电气设备应符合防爆要求并严禁明火。

自行车生产的作业环境一般较拥挤，而且电镀、酸洗等腐蚀性潮湿作业较多，所以对电气设备的影响较大，在安装、维修和使用电气设备方面要注意安全，防止发生电气事故。生产时应注意：

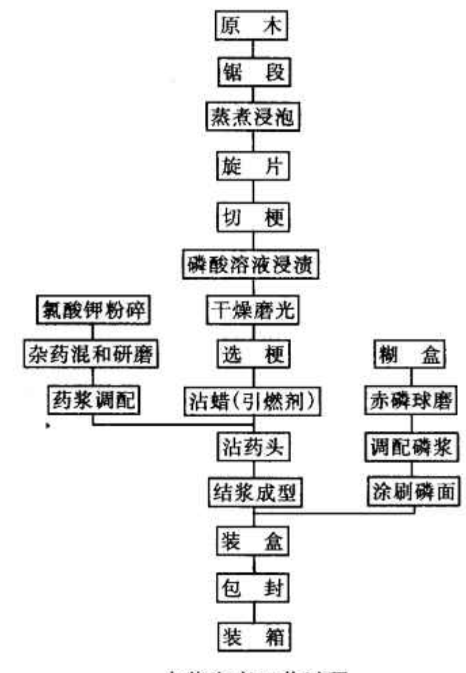
1. 电气设备应安装在厂内不太拥挤的区域，有条件时应安设在专用房间内。如果必须置于生产区域时，设备应有防护装置。为了防止车辆碰撞，设备外围应设置栏杆。在裸露的载流部分附近和特别危险的区域，应设置醒目的警告标志。电气设备的一次和二次电源线路应严格按照电气规程安装，生产设备不准使用临时线路。

2. 各种电气设备的控制开关、照明线路和动力线路的控制开关，都应是封闭式开关。所有的开关必须能通过与其设计相符合的额定电压和额定电流。在有腐蚀性和潮湿及有导电粉尘的作业场所，禁止安装使用敞开的刀形开关。开关安装的位置应安全可靠、便于操作。接近地面和通道的开关应有防碰击的安全装置。悬挂式按钮宜采用安全电压。

3. 用于交流和直流的配电盘，在安装上应使控制器及各种仪表尽可能靠近操作人员，以便于对设备进行调试。盘面安放的位置应使操作人员不因设备的运转而受到妨碍。配电盘的后边空地不应堆放物品，应经常保持整洁。控制盘要由专人管理，应安装在专用房间或用隔板隔开，隔板上应装上门锁。配电盘和控制盘上的连接、布线和设备应按次序安装。开关、熔断器应排列整齐，并标有所控制设备的名称。为了防止电击事故，可在带电部分范围内使用专门的绝缘垫并铺设绝缘地面。凡人体可能接触的电气设备和周围的金属部分应有保护接零或接地设施。

huochai shengchan anquan

【火柴生产安全】 火柴是人们日常生活中的必需品，按其用途可分为日用火柴和特种火柴两大类。日用火柴按发火形式不同又可分为摩擦型和安全型两种。目前我国主要生产盒装木梗火柴。火柴生产的工艺过程从原木进厂，到火柴出厂要经过锯段、旋片、浸渍、选梗、调药、沾药、成形、包封等20多道工序，见下图。



火柴生产工艺过程

火柴生产的主要原材料是木材、纸张、氯化钾、动物胶、硫磺、松香、重铬酸钾、赤磷及其他化工原料。火柴生产中最主要是火灾和爆炸事故。药浆和火柴头的制备、刷磷、磨光、包装等工序容易发生火灾；在锯木、旋片、切梗工序有噪声和机械伤害；在搬运过程中易发生碰伤、挤伤、压伤等；在制药、调药工序有粉尘和化学伤害。

1. 火灾、爆炸危害及防护

(1)制梗是将原木制成柴梗。火柴梗很细小，与药浆完全接触面积增大，容易燃烧，特别是烘干时危险性更大。防护的措施是：用滚筒式烘梗机烘干时，要适当加大木梗的流量，使滚筒内温度不致过高而将木梗烤焦。勾、捅炉内煤火时，要适当降低鼓风量，防止炉火跃过火墙，引燃木梗。设备运行中应尽量避免梗枝在下料口堵塞，防止火柴梗在滚筒内燃烧。如采用蒸汽烘梗机作干燥处理时，应经常清除蒸汽加热器上散落的梗毛。

(2)连续机是火柴生产的关键设备，也是火灾危险性较大的设备。当火柴梗枝被上梗牙板推人链板孔内后，便随链板运转，行至油锅处沾引燃剂。引燃剂由易燃的石蜡作为原料。石蜡加热由油锅内的电加热管及自动温控装置控制，将石蜡加热至130～160 ℃，此时如自动温控器失灵，或油锅内电力热管破裂，均可将石蜡引燃。另外，石蜡加热电源线短路火花和温控器电源火花也会引燃石蜡。防护的措施是：经常检查油锅温度(至少每隔30 min检查一次)，若发现油锅内熔融状态下的石蜡烟气过大，应立即切断电源，及时检查温控装置，查明原因，采取措施后，再送电加热。油锅底部电加热管外的沉积物，应每周清理一次，以使油锅内石蜡温度能够均匀上升。要经常检查油锅附近电源线，接线点是否松动绝缘是否良好，为油锅加注液体石蜡应安装自动限流器，避免液体石蜡溢出油锅。

（3）当火柴梗枝沾上引燃剂后，随同链板运行至药盘处，沾上药头。此处因药浆加注在药盘内，药盘随同机器运转，药盘下面附有加热管道，药浆一旦干涸，极易发生火灾。防护的措施是：在药盘边缘上方设置滴水漏斗，保持药盘边缘湿润，并经常清刷药盘边缘，保持清洁。严禁用铁质器具或明火清理药浆，接触药浆的工具只能用水或蒸汽。加注药浆时要适当调节流量，控制药盘内药浆数量，防止药浆溢出药盘。

（4）火柴沾完引燃剂和药后，由链板带入烘箱进行干燥处理。烘箱内温度一般在50~70 ℃，火柴在此停留时间过长，会增加燃烧的危险。防护的措施是：及时清理掉在烘箱通道夹层内的火柴，避免长期烘烤。

（5）在卸梗过程中，火柴处于密集状态，并且自身温度较高，一旦遇到摩擦或撞击，特别是卸梗部分出现故障时更容易发生火灾。防护的措施是：加强设备维修和操作技术训练，避免塞梗、挤梗、断针故障。当发生故障时要认真排除，不得硬拉和敲击，及时更换断针，卸到梗盘中的火柴以控制在(300 ± 10)mm高度为宜。作业人员的面部不要面向火柴，并及时清理滑车底部的散火柴；作业中若发现机器声音异常，应及时停机修理。周末停机时，应将连续机上的火柴全部卸尽。车间内要配有足够的灭火器材。在连续机机头安装自动灭火和自动报警装置，并安装足量的通风设施。

（6）火柴生产用药浆是用机械的方法，将火柴药头所用各种原料经粉碎、筛选、混合研磨而成。药浆制备可分为药料加工、化胶、调药三部分。药料加工包括氯酸钾研磨和杂药研磨。氯酸钾研磨是将氯酸钾经粉碎、过筛（通过120目），然后按配方比例称量。在这一过程中，由于是干态加工，一旦操作中出现敲击，或氯酸钾内混入杂质，将会出现严重的燃烧爆炸事故。防护的措施是：氯酸钾工作间要经常清除灰尘，用水清洗，减少一切粉尘的飞扬，避免外部粉尘与氯酸钾混合引起爆炸。氯酸钾研磨作业人员应予以固定，穿戴专用的劳动防护用品，出入工作间必须更衣，以免将外部灰尘带入工作间；所穿戴的劳动防护用品必须经常换洗，避免氯酸钾粉尘在防护用品上积聚过多造成危险；非作业人员严禁进入工作间。室内所有电器均应采用防爆型电器；氯酸钾研磨机械牵引用的带不得用蜡或松香处理，以免遇到氯酸钾粉尘，引起燃烧；工作间内不许用铁器，使用的工具应采用铜质或木质。所有工具容器均应专用，不得与其他工具混用。原料箱（桶）开启前要仔细检查，清除外面杂质后方可开启，开箱（桶）的动作要轻，严禁用力敲击。粉碎加工前，先将较大的原料结块用木质器具适力捣碎，然后送入机器粉碎过筛（筛孔不低于120目）；定期校对称量氯酸钾的磅秤。氯酸钾研磨室与其他工序应相距50 m以上，特别是与磨磷工序应尽量远离，运输车辆应专用，两者在工艺流程和运输路线上应严格分开，避免交叉接触。运输时要适当控制运量，不宜堆积过高，运输车辆要加盖，避免飞入其他灰尘杂质。工作间内氯酸钾贮存量不得超过一天用量，并建立严格的领发料制度。

火柴药头中除氯酸钾、胶、重铬酸钾外，其他化工原料统称杂药，其研磨过程是由球磨机来完成的。在这一过程中，应注意杂药在研磨过程中严禁混入氧化剂，并采用湿法研磨。杂药中的硫磺、松香、三硫化锑、炭黑是还原剂，要注意保管，防止外部火源引燃造成火灾或爆炸。

（7）化胶、调药是将火柴药头配方中所有原料加水混合均匀，制成药浆，供生产之用。作业中若操作不谨慎，也会发生重大火灾事故。防护的措施是：在配药过程中，严禁机内无水加放氯酸钾，随时清刷药锅边缘，不得留有药浆药料，保持其边缘湿润清洁，室内氯酸钾、重铬酸钾要分柜存放，并设专人管理，存放量不得超出当班用量，并建立严格的领用、交接手续，调药工房的地面、墙壁、容器应经常用水洗刷干净。

（8）在火柴生产中，主要采用机械装盒，这一工序属于火灾的高发区域。起火的主要原因是：装盒机头落梗槽挤摩引燃火柴；上梗时抽底条动作过快、过猛摩擦引燃火柴；梗盘、底条被磷浆沾污，工作时与火柴擦划引燃。防护的措施是：更换头梗盘应停机操作，将保险勾扣牢后再开机。梗箱门的两边应加设向后弯曲的防火挡板，这样即使箱内火柴摩擦起火，也不致烧伤人员引起火灾。上梗时抽底条动作要轻缓，底条宜采用铝合金，若用竹底条，必须刨平，并在135 ℃蜡油中浸透后使用。经常清理落地的散火柴。车间内要设置降温、喷水雾设备，使室内的相对湿度稳定保持在65% ~ 75%，车间内存放空盒不超过一天用量，头梗随用随取。

（9）磷浆制备是指把磷浆配方所需化工原料，用机械方法加以混合的制作过程。由于作业中所使用的原料——赤磷，是强还原剂，为一级易燃固体，所以其火灾危险性很大。防护的措施是：磨磷工作应由专人负责，非工作人员严禁进入；严禁将氧化剂、火柴等危险物品带入工作室。赤磷的开桶操作，切不可猛烈敲击，防止产生火星引燃赤磷。一旦赤磷起火，可用湿麻袋覆盖，切不可用水去扑，以免赤磷四溅扩大火势。赤磷在装入球磨前，须洗涤成中性后再装入球磨研磨，严禁将干赤磷装入球磨。球磨工按要求定时放气，排出产生的气体，以免内压过高引起爆炸，及时清洗保持接触磷浆的工具的清洁。

（10）刷磷是把装满火柴的盒子两侧或单侧涂刷磷浆。这一工作过程主要由刷磷机来完成。由于刷磷一般是在装盒以后进行，容易造成火柴与磷面相互摩擦起火，或刷磷后烘干起火。防护的措施是：保持刷磷

机和盛放磷浆器皿的清洁,作业时不要把磷浆洒在磷浆锅外面,磷浆用完后,用热水清洗。磷面烘干分为电热烘干与蒸汽烘干两种。若机器发生故障停机时,应立即切断烘箱电源,若停机超过3 min,必须将火柴由烘箱内取出。火柴头露出盒外的整盒火柴,不得进入刷磷机轨道,个别露在盒口外面的火柴必须剔除。刷磷机用过的赤磷废渣,应按指定地点及规定进行处理或销毁。

(11)火柴包封以后通过包封机的电热板烘干,若遇有停机,应立即取出加热处的包封火柴,避免封包火柴被烤燃。装箱的成品火柴要贴危险物品标记,及时入库。车间内存放的成品数量最多不超过半个班的产量。

(12)在火柴的连续化生产中产生的少量散火柴,应及时处理。采取的措施是:包封机的散落火柴,必须经过精心挑选,将带有磷浆的纸片全部挑出,妥善处理。装盒机、连续机的落地火柴,必须集中起来送往指定地点,轻拿轻放,禁用铁器摄取。实行定额定量管理,当日的散火柴必须当日处理完毕,不准随地堆放和大量存放。装运时,须注意防止摩擦起火,废枝、废片设专人及时销毁。

(13)火柴原材料、半成品、成品都具有易燃易爆的危险性。在运输、存放和保管过程中,除按危险物品管理规定执行外,还应采取如下防护措施:设置成品专库,火柴成品不得与其他危险物品一起存放。火柴出、入库要根据先进先出的原则,不宜久存。火柴要分垛码放,每垛不超过500件,垛间留有消防通道,垛距不少于1.5 m。四壁、墙柱与垛保持1 m间距,垛顶与室内顶部最低处距离不少于1 m,垛高不得超过10箱。火柴成品库房应干燥,自然通风条件良好,仓库内用防火墙间隔,每个间隔最多存放2 000件,每个仓库最多存放6 000件。化学危险物品库房应符合防火规范;氯酸钾、赤磷应分开贮存在远离居民区并符合安全条件的仓库内。

2. 粉尘、化学危害及防护

(1)氯酸钾是一种无色晶体。因需干法作业,会造成粉尘飞扬,氯酸钾吸入人体后会引起慢、急性中毒。因此,氯酸钾研磨作业人员应穿戴好过滤式防毒面具、防护手套及专用劳动防护用品。

(2)赤磷为褐红色晶体粉末。赤磷加工作业时的粉尘,进入呼吸道,可引起慢性中毒,严重的患颌骨坏死病。对皮肤也有刺激作用。因此赤磷作业应尽可能密闭,工作环境要通风良好。患有龋齿病的人,不得从事赤磷作业。对作业人员定期体检,定期调换,注意保护口腔和牙齿。作业人员班后要进行淋浴,禁止在工作场所内饮食。

(3)硫磺为淡黄色脆质晶体。加工过程中如有微量硫磺粉尘进入人体内,即可发生头痛、疲倦、多汗、脉搏加速、便秘、腹痛、新陈代谢失常等症状。硫磺粉末可使眼睛发生结膜炎,使皮肤敏感的人患湿疹。防护的措施是:块状硫磺粉碎可采用湿法球磨粉碎,作业人员应按规定佩戴防护用品。

(4)重铬酸钾为橙红色粉状晶体。其粉末容易飞扬,进入呼吸道后有烧灼感,刺激呼吸道黏膜,误服后可致死亡。因此作业时要佩戴劳动防护用品,并加强管理,防止误食。

(5)甲醛是一种易挥发的液体。对眼睛、黏膜和皮肤有刺激作用。因此作业场所应通风良好,作业人员操作时应佩戴过滤式防毒面具或口罩,做好个人防护。

(6)磷酸是无色糖浆状液体,有刺鼻气味,能刺激脑神经,对皮肤有腐蚀性,可引起皮炎。在使用磷酸浸梗时,作业人员必须穿戴耐酸工作服、手套及护目镜。搬运时动作要轻,避免与碱性物质同储共运,人体触及到磷酸时,要迅速用肥皂水、清水洗净,高浓度磷酸在冬季要注意防冻。

(7)石蜡的主要成分是烷烃,还有少量四环以上芳烃。四环以上芳烃中含有致癌物质。当石蜡处于熔融状态时,该物质便随石蜡油烟气体挥发,污染室内空气,因此,须设置通风排毒设施,防止石蜡油烟损伤作业人员的身体健康。作业人员在操作时应佩戴口罩,做好个人防护。

3. 其他危害及防护

火柴生产在原木加工、制梗、火柴制造及制盒过程中,作业人员较多的接触笨重原料或机械设备,容易造成物体打击及机器伤害事故,其防护的措施是:原木装运、加工应尽量采用机械化和自动化作业。从事梗枝制造的作业人员,应穿戴劳动防护用品。原木及木段的吊装,堆放要稳妥,防止原木及木段滚落伤人。机械吊装、手工搬运木段时要钩牢、抓牢,防止滑脱伤人。

梗盒旋切机换刀时,必须待机器停稳,刀杆呈向下垂直状态时,将刀口罩住,然后才可更换刀具,送取刀具必须使用刀匣或板,梗盒料旋切作业人员的手不得随机器进料,盒条捆把工必须在盒条走离刀具20 cm后捆扎,旋刨机开动后,严禁将手伸向旋转的木段。更换刀具时要紧好螺栓,以防刀片滑脱。

连续机更换牙板、冲针后,须等人离开机器,方可开机。对于暴露在机器外面的传动部位,需加装防护装置。

装盒机上应设置安全标志,当出现反盒时,翻盒动作要快,手不得越过安全标志。

糊盒机应设置护罩与停机关联的联锁安全装置。当发生故障时,应停机排除。

火柴生产中的原木锯断、制梗、盒料生产中的风力

输送、梗枝筛选均会产生大量的噪声。防护的措施主要有:对风机、风筒采用消声器,阻尼涂料。筛选机上设置吸声屏,梗枝筛选机可采用生产时噪声低的金属材料制造,作业人员应尽量佩戴防噪声耳塞。

taoci shengchan anquan

【陶瓷生产安全】 陶瓷是陶品、炻品和瓷器等以黏土为原料的制品,还有一些含少量黏土以及不含黏土的特种陶瓷。按其用途,陶瓷制品可分为日用陶瓷、工艺美术陶瓷、建筑卫生陶瓷和特种工业陶瓷等。这里的陶瓷生产指的是日用陶瓷生产。

日用陶瓷的生产主要的过程是原料加工及坯料精制、成型和烧成、装饰。坯料精制分为配料、搅拌、榨泥、陈腐;成型过程分为压坯、干燥、磨坯、施釉、扫灰检查;烧成工序分为装坯、进窑、烧成、出窑;装饰包括进瓷、彩绘装饰、烤化、选瓷等。另外还有石膏模具生产和窑具生产两个辅助工序。

陶瓷是由石英、长石和黏土等原料按一定比例加工制成。石英含二氧化硅的质量分数为97%以上,在陶瓷制品中起骨架作用;长石中二氧化硅的质量分数大于60%,是陶瓷制品的主要熔剂性原料;黏土(高岭土)的主要成分是二氧化硅、三氧化二铝和水,在陶瓷生产中起可塑性和结合性的作用。

在陶瓷生产过程中,每个过程都程度不同地散发着粉尘。粉尘中二氧化硅的质量分数高达30%~40%,其中直径小于5 μm的尘粒占70%~96%。这些细小粉尘微粒及有毒有害物质长期在空气中飘移,成为陶瓷行业的主要危害。

作业人员长期吸入粉尘,可能患矽肺病。据有些陶瓷公司调查统计,原料粉碎工序矽肺病发病率在40%以上,其他的生产工序危害程度相差不大。为保障工人健康,应采取措施治理尘毒危害。防止粉尘危害的根本措施是从生产工艺着手解决,绝大多数陶瓷原料的粉尘和水有良好的亲和力,当粉尘被水润湿后就黏合起来,不再飞扬。利用陶瓷粉尘的这种特性,在破碎、筛分、磨坯、物料转运和提升等工艺中,都可考虑在工艺条件允许的情况下,把干法工艺改为湿法工艺,或者采取湿法防尘。如原料加工采用湿式轮碾、湿法球磨。陶瓷成型的磨坯、取釉等工序,采用湿式自动磨坯机进行加工。清理作业场所的地面及工具时,采用水冲、洒水清扫、湿擦或使用吸尘器清扫;严禁干扫、嘴吹等不良习惯。对一些不能用湿法除尘或湿法除尘效果不明显的作业场所,可采用密闭抽尘。对尘源较为集中的工序,进行集中除尘,把产尘点密闭起来,以机械通风方式进行通风换气,在密闭罩内形成负压,在工人停留的操作室内形成正压,一般罩外操作室内的粉尘浓度可以接近或低于国家标准。与密闭罩联用的除尘器有布袋除尘器、湿式除尘器、旋风除尘器、电除尘器等,除尘器排气管应超过屋顶一定高度,以防尾气中的粉尘随气流再次进入室内。在原料加工中采用全封闭气流粉碎机、粉料管道输送机、密闭自动喷釉机等,使尘源密闭起来。按照工艺流程、生产顺序,合理布局,尽量缩短工艺线路,避免重复运输,减少粉尘二次飞扬。

烟尘危害及防护。陶瓷行业的烟尘和有害气体主要由各种窑炉(本烧窑、素烧窑及烤花窑)产生,其次是半成品干燥的坑道式烘房和锅炉。烟尘中含有大量炭黑颗粒,还有多环芳烃、二氧化硫、氮氧化物和3,4-苯并芘等有毒有害物质,对人体健康危害甚大。二氧化硫是一种无色有臭味的窒息性气体,对人的呼吸道产生强烈的刺激性,导致气管炎等上呼吸道疾病的发生。氮氧化物和人体血液中血红素有强烈的亲和能力,人吸入会引起血液严重缺氧,损害中枢神经系统,引起麻痹;对呼吸器官有强烈的刺激作用,会引起肺深处肺包组织的化学病变。氮氧化物在日光作用下,会形成"光化学雾",严重污染环境。

预防烟尘危害的措施是:

1. 降低能耗,提高窑炉的热效率,从而降低硫的排放量。气体燃料在造气厂应预先脱硫。

2. 在工艺条件允许的情况下,采取降低火焰燃烧温度、减少高温火焰延续时间,达到减少氮氧化物的排放量。

3. 提高烟囱高度,加强车间内部通风。

机电伤害及防护。原料开采是陶瓷行业生产中伤害事故最多的工序,由于地质条件复杂,劳动条件艰苦,容易发生坍塌、片帮及松石掉落等伤害事故。在矿物提升及运输过程中,操作人员稍有疏忽就可能产生矿车脱钩跑车,造成人员伤害或设备损坏事故。预防措施是:操作者必须严格执行安全操作规程;做好对采区、巷道的顶板、两帮支护及对松石的检查清理;露天采矿必须严格保持一定坡度,禁挖"神仙土";对矿车挂钩工、松石工、爆破工等加强安全教育。矿车挂钩须两人共同操作,并相互检查挂钩状况;阻车器或阻车门应灵敏有效,矿车运行时,巷道中严禁行人;对爆破器材要进行严格管理,谨慎操作,以防事故的发生。

原料精制生产环境多水潮湿,极易发生设备漏电事故。预防措施是:地面保持清洁干净,及时清除散落地的原料;做好供电设备的接地或接零保护,安装使用漏电保护器;潮湿作业场所用电操作人员必须穿绝缘鞋作业。

成型作业的手工投泥,取放模具应按生产工艺和安全操作要求进行,禁止抢工图快,加快车速会造成滚头压伤手指或模具破碎甩出伤人。

在机械设备的传动部位,应有安全防护装置。如在风机吸风口加设罩网。在带轮、链轮、齿轮等部位安

装防护罩或防护栏栅等。

操作人员在巡回线路时，应清除障碍，并有足够的照明亮度以及停电应急照明，以防人员绊倒或摔伤。

装饰作业场所的半成品应堆码整齐，对残次品要及时清理。保持作业场地的整洁，通道畅通，物件及工作器具的合理摆放，以防碰撞跌落事故的发生。

对从事烧炼操作的工人必须进行严格的安全教育。由于在高温高热下作业，稍有不慎即可发生灼伤事故。尤其使用燃气窑炉，不遵守操作规程还可能引起着火或爆炸事故。因此应制定一系列行之有效的规章制度，严格监督和检查。

对球磨机、窑炉高压风机和小型发电机组等设备的噪声控制有两个主要途径：即在声源处减噪（如风机加装消音器等）或在声源与作业人员之间来实现。

石膏模具的母模制作，由于浇铸的材料是硫磺，在熬制时会产生大量高浓度的二氧化硫气体，刺激人的呼吸系统和灼伤皮肤。预防措施是：安装通风排气设备，必要时应使用防毒面具。

在某些装饰材料生产过程中，一些着色剂要使用苯、硝基苯和三氯乙烯等有毒害的原材料溶液；生产装饰金水和制版腐蚀要使用酸，这都需要寻找新的替代原料。在目前，主要采取为操作人员提供防护，加强作业区的通风，改进操作，防止酸溅落等措施。

陶瓷行业一些工厂建造了各种类型的煤气发生站。另有一部分工厂已在窑炉用上了焦炉煤气和天然气。这无疑对节约能源，改善环境和提高产品的质量是一大突破性的改革，但作为气体燃料本身具有易燃、易爆和毒性，从而也给劳动保护工作带来了一个新的课题。这就需要工厂的各级领导、劳动保护工作人员以及操作人员加强学习煤气安全和防护知识，严格制定和执行操作规程，杜绝煤气起火、爆炸、中毒等事故的发生。

zhijiang shengchan anquan

【纸浆生产安全】 纸浆是用化学、机械或机械化学方法，从植物纤维原料中分离出纤维，再对纤维进行蒸煮（或磨碎）、筛选（或漂白），制成供抄纸用的一种中间产品。化学方法制浆是将原木用机械或人工去皮，然后用削片机把原木削成2 cm长的木片，送入蒸煮器，加入化学药液，在高温、高压下蒸煮，经处理后得到粗浆。根据在蒸煮器中加入化学药液的不同，有碱法和亚硫酸法两种制浆方法。在亚硫酸法制浆过程中，需将大量的硫铁矿石进行粉碎燃烧制备 SO_2 气体，再加入吸收塔内与石灰石作用生成亚硫酸氢钙来作蒸煮介质。硫酸盐纸浆与亚硫酸盐纸浆的制法相似，但亚硫酸盐纸浆使用酸液蒸煮木材，而硫酸盐纸浆则用氢氧化钠蒸煮木片。硫酸盐制浆法的特点是化学药品可以回收再用。碱法制浆与硫酸盐法制浆的区别在于应用纯碱作为炉中心补充的化学药品，所以蒸煮液中不含硫化钠，只用氢氧化钠进行蒸煮。碱法制浆常用硬木加工，制成纤维短的松厚纸浆。

机械方法制浆是将木材用磨木机或旋转磨盘磨碎，然后将木浆与水的混合物过筛、漂白、洗涤，最后制成机械木浆。

1. 化学因素危害及防护

（1）碱法制浆要使用大量的碱，皮肤接触碱会造成灼伤。固体碱开桶、砸碱以及倾倒碱液时，操作人员应穿戴好防护服、眼镜和胶手套。送碱液前必须与下道工序联系好。注意检查管路接头，发现泄漏及时修理。对计量液位更应注意，防止碱液泄出伤人。溶解固体碱时，碱桶不得搬动，溶解完毕停泵后方准搬动。溶解槽口须加护栏和封闭门。溶解槽处须有通风装置。

（2）倒漂白粉桶时禁止站在桶口前方，以防漂白粉溅入眼内，造成灼伤。漂白粉溶解前应先启动吸尘装置，戴好防毒面具、防护眼镜和胶手套，然后再进行操作。

（3）氯气会造成窒息伤亡事故。在搬运液氯瓶时要轻拿轻放，严禁碰击。连接液氯管路时，应吹净管中污物，更换好衬垫盘根。管路连接后通氯时，要用氨水检查是否泄漏，如有泄漏要及时处理。液氯贮存地，要设置氯气吸收槽，以备处理设备事故时不使氯气外溢。

（4）氨能引起灼伤和肺炎，使用时要注意通风和穿戴好防护服。

（5）硫酸会造成灼伤，长期吸入酸气可能引起呼吸道疾病。搬运酸罐时，要轻拿轻放，防止破裂、酸液外溢伤人。倒酸时人应站在上风向，避免吸入酸气。一旦酸液溅伤皮肤或进入眼内，应及时用水冲洗，再用20%小苏打溶液冲洗，重者应送医院治疗。

（6）蒸球、蒸煮锅、回收药液工段、排烟等都放出大量的废气，这些废气含有硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲基二硫化物等有毒物质，不但严重危害职工的健康，同时，也污染周围环境。目前采取的措施是：

排烟脱硫　将锅炉烟道气中的二氧化硫，采取湿式二段气体洗涤吸收方法进行脱硫，吸收剂是烧碱，副产品是亚硫酸钠。

燃烧热解　硫酸盐浆厂的黑液燃烧炉，其烟气中的硫也可回收。有的厂采用高温热解废液，使烟道气不排出，一起转变成副产品。这个方法对于采用亚硫酸钠为蒸煮剂的纸浆厂是比较适用的。静电除尘：净化废气时，使用静电除尘器，这样便可使废气中的尘粒除去。

另外，关于废气的处理，目前，有的工厂采取集中燃烧和黑液氧化法，将蒸煮、洗涤和黑液氧化中发生的气体，用管罩吸集，不使逸散。黑液用空气氧化或减小

蒸发负荷，燃烧时硫化氢的生成量降低，蒸发冷凝液中的废气物质用蒸汽脱除。或者将排除的硫化氢以及有机硫化物等导入燃烧炉内，清除有毒气体。

(7)汞化物(如脂酸苯基汞)在制浆过程中，用以控制腐浆和藻类的生长，汞化物的限值为0.01 mg/m^3，达到这种浓度极易发生死亡事故。使用时，采用可溶性袋子装好事先称好的汞化物，以减少称量和混合过程中造成的危害。

(8)硫化氢中毒伤亡事故，是制浆造纸企业多发性事故。要加强对广大职工进行硫化氢毒气知识的宣传教育工作，提高他们的警觉性。对所有可能产生硫化氢等有毒气体的生产设备及沟、池、槽、管道等设施要经常进行检查，生产结束，务必及时进行通风换气，然后将动物放下去进行试验，或者采用测定硫化氢浓度的仪器进行检测。作业时应戴好防毒面具，并应设专人在外监护，做好各种急救准备工作。在进入沟、池、槽、管道作业时严禁明火照明，应用防爆照明工具。

2. 物理因素危害及防护

(1)酸法制浆生产过程中，沸腾炉易发生喷火和爆炸事故。沸腾炉的燃料是柴油，烘炉后点火，必须在小沸腾前先将未燃尽的木块木炭取出。点火前先将烟筒、炉出口和通风除尘器入口的扫除口全部打开，防止点火时发生爆炸。点火时，拿油轮和火把的操作工必须戴好手套，头部要躲在侧面。油轮发生故障，要立即通知看油泵人员，并关闭油轮阀门进行处理。点火负责指挥人员，要注意观察烟筒排出烟的颜色，防止发生爆炸。观察沸腾炉燃烧情况时，必须戴好防护镜并在侧面观察，以防喷出火焰伤人。震打U形管时，必须注意附近是否有人，防止热灰喷出伤人。

(2)制浆过程中都有不同程度的噪声，尤其是削片机、罗茨鼓风机、打浆设备、真空泵等都是产生噪声的声源。一般采取的防护措施是，利用隔音间安置发生噪声的设备；工人还可使用耳塞，以减少噪声的影响。

(3)蒸煮工需要做好防暑降温工作。

3. 机械伤害及防护

在制浆生产过程中，剥皮和切草机械、原木削片机、圆锯、劈木机等易发生机械伤害事故，预防的措施是：

(1)人工剥皮要注意相互之间的距离。剥皮中原木不得滚动。翻转原木不得用手。砍节时，在1 m内不准两人对头砍。一根原木上不准两人同时操作。滚刀机械剥皮时，剥皮工和翻楞工必须步调一致，相互配合，注意大节子与弯曲原木，刀要掌平，用力要匀，防止断刀伤人。圆锯机后部压重量必须比前部重，开锯前必须检查锯片、锯齿有无裂纹。运转中，锯片如有振动，应立即停机检查和修理。原木锯至末段，必须用钩子顶紧，缓慢下锯以防崩起伤人。用劈木机劈木时必须将木段直立于劈木盘上方，禁止将手伸到木段端面上或劈开的木缝内，不准单手操作。削皮机开机前必须清除周围的障碍物，倾斜喂料投木口应装有安全防护装置，操作人员必须系好安全带。不准将头探入投木口检查，以防木块崩出伤人。检查投木口侧面全锁或挂安全标志牌。换刀时要待大刀轮(刀辊)停稳后方可吊刀盖。刀盖吊起要移位放稳后再进行换刀。对刀时，飞刀(辊刀)与底刀应保持规定距离，防止崩刀。开机前要先发信号。如发生苇、草、竹等不进料口，需用手推时，但不准接近喂料口。如转动部分夹住苇、草时，不准用手掏，需停机处理。

(2)切布、麻、棉的切断机入料口，应设安全防护装置。切断机在运转中，手距压辊不能小于15 cm，不准调节底刀，防止受伤害。

(3)蒸球装料时，工人必须系好安全带。蒸球楼面装料口必须有安全防护装置，以保障作业人员的安全。

4. 粉尘危害及防护

(1)碱法和硫酸盐法制浆主要是石灰窑作业和搬运石灰，都会产生大量的石灰粉尘，操作人员必须戴防尘眼镜和防尘口罩。在装卸车时，应有封闭的皮带运输机、提升机和贮料仓。

(2)在木料加工中，经常产生木屑、木尘，木粉尘会发生燃烧和爆炸，要注意防火。

(3)木料的树皮粉尘可能带有霉毒孢子，会引起呼吸系统疾病，因此进行这种作业的人员应戴防尘口罩，随时加强作业场所通风除尘。

zaozhi shengchan anquan

【造纸生产安全】 造纸术是我国古代的四大发明之一，它对世界文化科学的进步、人类文明和社会的发展起了十分重要的作用。

造纸工业以木材、棉、麻、苇、草、竹、甘蔗渣、破布、废纸为原料，将原料进行切削，装入蒸煮器内，加入酸碱等不同药剂，在高温高压下蒸解，再经洗涤、筛选、漂白、打浆，然后送入造纸机，生产不同的纸张和纸板。

硫酸盐法生产平版印刷纸的过程：原料→切断→除尘→预浸渍→蒸煮→洗浆→筛选→漂白→打浆→调浆→除渣→上网成形→压榨→烘干→压光→切纸→选纸→打包。

机械磨木浆生产新闻纸的过程：原木→剥皮→磨石磨木机→筛选→脱水→磨石磨木浆→配浆→除渣→上网成形→压榨脱水→干燥→压光→卷取→成品。

化学木浆生产胶版纸的过程：原木→剥皮→切断→削片→蒸煮→洗涤→筛选→漂白→打浆→配浆→除渣→上网成形→压榨→干燥→表面施胶→烘干→压光→卷取→超压→切纸→选纸→打包→成品。

造纸的前面阶段,纸浆生产的安全问题,见“纸浆生产安全”。这里主要介绍机制纸及纸板生产安全。

1. 机械伤害及防护。造纸生产过程中,最大的伤害是机械伤害事故

(1)打浆机和盘磨在运转中发生断料时应立即退刀,不准空运转。禁止给冷水。在退刀情况下方准启动或停机。禁止在联轴器旁站立停留。往打浆机内填浆板不可过厚,落刀不得过重,以免飞刀崩出伤人。不得在打浆池的边沿上或在飞刀盖上站立和行走。各浆池料口都要有坚固的盖子。

(2)碎浆机旁残纸不能堆得过高。往碎浆机填残纸时,脚不能站在残纸上,手不要缠上残纸,以防带入碎浆机内。不准用手去推或用脚去踩碎浆机内的残纸。进入水力碎浆机内清理杂物或维修时,必须切断电源,并且要有专人在外监护。

(3)清洗白水塔(池)时,不得站在桶口上,应站在有栏杆的走台上进行。进入塔(池)内清洗时,必须将水排净,检查绳梯是否坚固拴牢。塔(池)外必须有人监护。

(4)造纸机的干燥和压榨毛布辊、卷纸机和复卷机等危险区域除需有防护装备外,一般在运转辊子的压区全长装置有固定的或连锁的保护装置,有效的刮刀和各类引纸装置,可使领纸时无需把手接近夹缝。在运转的纸机中排除故障时,要停机进行,并且有专人监护。造纸机应尽量采用自动加油,可以避免工人接近运转的辊子。

(5)物件落在铜网、毛布上,不得用手去拾,毛布打褶或跳偏时,不得将身体探入毛布里去整理,均应停机处理。各辊沾上纸浆时,应用水冲或空气吹,不准用手去掏。人工往烘缸领纸时,手与辊入口处要保持一定的距离。

(6)压光机各辊入口均应安装安全防护装置。人工引纸要注意距离,以防手被带入机器内。吊纸辊时必须平稳,两边铁环不得来回摆动,纸辊运行的前方和辊下禁止站人。

(7)往复卷机带纸、纸头要长,初卷时禁止开快机,接纸头时,车要停稳。运转中不准用手处理圆刀上的纸条。纸条缠辊时,应慢速或停机处理。平板纸调整方正度时,必须停机进行。

(8)切纸机的刀片必须采用完全封闭。闸刀式切纸机的自动或联锁保护装置要保持良好状态。在运转中不准从长刀内向外取纸,上下切纸机,必须从规定的地方走。

(9)选纸车间堆放的纸张四角必须平衡,码高不得超过1.5 m。女工抱纸连续负重(指每小时负重次数在6次以上)每次不得超过20 kg,间接负重每次负重不得超过25 kg。

(10)打包机必须安装安全防护装置,并应安装限位器。

(11)凡是跨越机器的过桥和靠近通道,必须采用双重栏杆和底护板的结构,而且要防滑,以防跌落在机器上。凡是人容易跌入的料坑和接触到运转机器的地方,都应该用栏杆围住。由于纸卷堆放不好可能倒塌伤人,故应有充分的堆放面积,有控制的堆放和保持一定的通道,才能避免这类事故的发生。

2. 化学危害及防护

生产纸和纸板时,使用的某些化学物品对人有一定的危害和影响,例如明矾,能刺激鼻腔和咽喉。有些胶料和胶黏剂含有毒性溶剂。生产特种纸使用的甲醇和松节油有毒。涂料、腊克漆和凡立水都含有挥发性和潜在毒性的溶剂,使用时应有良好的通风设施。四氯化碳或三氯乙烯用作去油剂时,必须采取有效通风以控制挥发的气体。为此,在生产中应尽量采用无毒或低毒的化学物品。

3. 物理危害及防护

烘缸气压超过规定的限度极易发生爆炸事故,必须严格控制在规定的限度内。如烘缸已达到限定压力,纸的水分仍达不到要求时,应立即停止向烘缸通汽,进行检修,待修理好后,方可继续通汽。烘缸的安全阀、汽压表必须定期进行检查,以保证准确可靠。各烘缸的排水阀须经常打开。开汽门时应缓慢进行,不得一次开大。停机后一定要把排汽阀打开。

4. 其他危害及防护

造纸生产大量使用蒸汽和水,车间潮湿,因此电气设备要加以特殊保护,以防触电事故的发生。提升机械、链条和吊环必须经常进行检查和良好的维修。要求地面排水良好,结构防滑,经常注意维修和严格管理,才能防止跌跤、滑倒以及由此引起的其他伤害。

gandianchi shengchan anquan

【干电池生产安全】 干电池有以下几种:锌锰电池,碱性锌锰电池,空气干电池,锌汞电池,锌银微型电池,镉镍电池等。它由5个主要部分组成:去极混合物,胶状糊料,碳电极,锌质容器和密封剂。

糊式电池的生产过程:配电解液→拌粉→压制电芯→包棉纸→斟浆入锌筒→电芯入锌筒→吸补浆→上正芯架→糊化→正芯除架→冷却→洗炭棒头→上油纸圈→沥青封口→冷却→上纸圈→上铜帽→刷锌底→圆锌筒脚→圈油棉纸→包商标→冲纸上盖→上铁底封口→检验→入盒装箱。

纸版电池生产过程:配电解液→拌粉→压制电芯→包棉纸→电芯入锌筒→上纸圈→复压→插炭棒→上纸圈→沥青封口→上铜帽→刷锌筒底→圈油棉纸→包商标→上盖封口→存放48小时→检验→入盒装箱。

1. 粉尘危害及防护

在电池生产过程中，拌粉工序产生的粉尘最多。拌粉时，把二氧化锰、乙炔黑、石墨粉、氯化铵和氯化锌、电液等原料按工艺要求分批称量，加入拌粉机先干拌，然后再加入电解液，经充分搅拌均匀而制成电池的电芯粉，这些原料的颗粒细，二氧化锰粉120目左右，石墨粉325目左右，乙炔黑3 000目，极易飞扬。操作人员长期接触这些粉尘易得皮肤病和尘肺病，尤其是二氧化锰粉尘可通过呼吸系统、消化系统和皮肤进入人体，造成锰中毒。防护措施是作业时操作人员必须穿戴防护用品；严禁在工作地点吸烟、进食；在粉尘多的地方及手工敞开拌粉时，操作人员必须戴滤尘呼吸的设备；加强个人卫生，下班后淋浴，定期进行体检；对粉尘污染较重的场所，要有适当的地面坡度和排水沟，经常用水冲洗地面，保持工作环境整洁。解决粉尘污染最根本的办法是实现生产过程的机械化和自动化。现在有不少工厂采用了立式流水自动生产线，炭粒采用脉冲气力输送，计量采用密闭称量，搅拌是在密封机械设备内进行，整个生产工艺过程都密封在密闭环境中。目前除人工解包、倒包进行密封较困难外，其他的过程，如物料输送、称量、集料和拌料都能在密闭状态下进行，整个连续生产线配有除尘系统，采用袋式脉冲除尘器除尘。在除尘时，把二氧化锰粉和乙炔黑分成两个各自独立的系统，捕集的粉尘可回收利用，使生产的原料消耗降低，节约成本。

2. 汞的危害及防护

糊式电池制浆和纸版电池浆层纸的涂布物常使用氯化汞。氯化汞是一种剧毒物质。中毒过程是经呼吸道进人体内，危害神经系统及口腔黏膜。神经系统症状一般表现为神经衰弱综合征，严重时会出现震颤等症状。口腔病变主要是汞被吸收后经唾液腺排出，与口腔内的硫化物结合，形成具有强烈刺激作用的硫化汞所致。初期出现口腔金属味，牙龈酸胀及流涎增多，以后牙龈肿胀出血，口腔黏膜充血、溃疡，严重者牙龈松动，甚至牙齿脱落。预防措施是：(1)由专人保管氯化汞并实施严格的领发料制度；在贮存时用水封口，防止汞的蒸发。(2)在涂布氯化汞时，加热烘干阶段会造成汞蒸发，必须采用密封排风并对排出的气体进行净化处理，以免污染环境。(3)严禁操作人员在工作场所吸烟和进食，上下班要更衣，禁止在涂布机旁烘衣服，避免汞蒸气沾污和扩散。(4)对操作人员定期体检，以便尽早发现中毒情况，进行治疗。

3. 机械伤害及防护

我国糊式电池生产线，从压制电芯直到检验测试的20道工序基本实现了机械化的生产流水线，从而形成了电池生产的批量大、速度快、操作高度紧张的生产特点。在生产中应采取以下措施防止机械伤害：①打芯机在工作时，如遇冲头结粉块，模边区有杂物、断炭棒等阻碍物，必须用工具清理，严禁直接用手清理。调整冲头、底模、下桩、紧螺栓，必须要在机器停止运转时方可进行。②纸图机、铜帽机、复压机、浇油机等设备都是间歇运动机构。其传动方式多数是采用电动机—变速机构，通过电磁离合器带动马氏机构和转盘而工作。当电池在进出轨道与转盘之间被卡住时，往往会引起电磁离合器打滑，造成转盘停止转动，而电动机却在继续运转。当故障一经排除，转盘就立即转动，此时如直接用手去排除故障，就会造成轧伤手指的事故。因此，必须严禁在未关闭电源时去排除故障。同时对设备的电源开关应采用带有指示灯的按钮，以便明确指示电源是否被切断。③如发现钢帽套不牢、炭棒或落双帽等故障时，要完全停机后排除，不准在机器运行中或车未停稳就去排除故障，防止惯性运行伤人。对成品联合机在工作中，铁底、塑盖被卡住时，严禁直接用手去排除故障，以免被转动的转盘轧伤手指。④对设备上外露的传动部分，必须安装防护罩。

4. 其他危害及防护

(1)沥青普遍被用来作为电池密封的材料。沥青在熔化过程和封口过程中，会产生大量沥青蒸气和烟雾。操作人员接触大量沥青蒸气会引起皮肤局部红肿、眼结膜充血、头晕、呼吸困难等症状。长期与沥青蒸气接触，还有致癌可能。预防措施是：严格执行有关操作规程，合理使用防护用品，以免被熔化的沥青烧伤；对有沥青蒸气逸出的设备，加装吸风罩；对患有皮肤病、上呼吸道疾病及体质过敏的人，不宜从事这项工作；车间要加强通风，做好个人卫生防护，工作后要用温水淋浴。

(2)锌是电池的外壳材料。氯化锌作为电池的电解液被普遍用于电池生产。锌可引起操作人员手指、手和前臂溃疡。氯化锌烟雾在高浓度时，有很高的毒性，易造成肺部损害。操作人员要穿戴好个人防护用品，减少含锌烟雾的吸入，避免皮肤与氯化锌溶液接触。

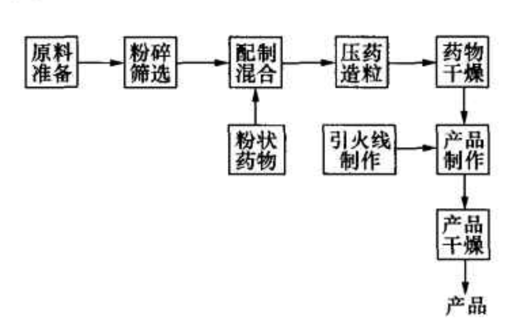
(3)电池的电解液对设备有腐蚀，易造成机械和操作平台、上下扶梯的锈蚀，所以在每天工作结束时，必须做好设备的清理保养工作，以减少由于设备锈蚀断裂而引起的工伤事故。

(4)打芯工序是污染比较严重的，在装、卸芯粉时尽量减少散落；对于散落的物料要及时清除，以避免人员滑倒；工作结束时应用水冲洗干净，以保证安全。

yanhuabaozhu shengchan anquan

【烟花爆竹生产安全】 烟花爆竹是我国的传统工艺品。它既是民间喜庆娱乐用品，又是大宗出口商品，深受国内外广大群众的喜爱。

烟花爆竹的品种比较多，但制造工艺及流程基本相似，见下图。



生产烟花爆竹产品所用的烟火药剂，是由氧化剂、可燃物和着色剂按一定的比例组成的混合物。从原料到成品都是易燃易爆物质，在药剂的制作和产品的生产中稍有不慎，都会引起燃烧爆炸造成重大人身伤亡和火灾事故。企业必须按照国家颁发的标准和规定进行生产，生产出的产品应交监督检测部门按标准的规定进行检测，合格后才允许出厂销售。

生产烟花爆竹的原料要经过严格化验，合格后才能使用。在使用过程中不得混人对药物增加感度的物质，以防发生爆炸，这些原料有各自的物化性质，要按照 GB11652—89 的规定和要求，分类贮存，不能混贮在一起。如硝酸盐、氯酸盐和高氯酸盐等氧化剂，具有强烈的氧化性能，遇酸、碱、潮湿、高温或与还原剂、易燃物等，或经摩擦、撞击能迅速燃烧、爆炸。这类物质禁止与容易氧化的物质，如粉状有机物、酸类、煤炭、面粉、硫化物、还原剂等物质混合存放。特别是氯酸盐要有单独的库房存放。库房要阴凉干燥、防潮、防热、防日晒。生产烟花爆竹所用的原料，如可燃物赤磷、松香、硫磺、虫胶、乙醇、酚醛树脂等贮存时应注意防潮、通风散热，严禁与氧化剂、酸类等物质混合存放。对毒性较大的可燃物贮存，要防止包装破损，库房要通风，防止中毒。

在烟火花制造中，主要是以硝酸盐类、氯酸盐类和高氯酸盐类等化工原料为氧化剂，它们中硝酸盐是最安全的氧化剂，但在混有细金属粉粒等杂质时也是危险的。同时烟火药的吸湿性主要是由氧化剂引起的，因此在选择氧化剂时，应符合要求：①其含量一般不得少于 98% ~99%；②不得含有增加机械感度的固体杂质（砂石、金属、玻璃）；③吸湿性小，水分含量不得超过 0.5%；④对人体无害，对机械作用感度低；⑤不含降低其效果的杂质。

可燃物是烟火药能量的主要提供者，如果选择极易氧化的可燃物（如赤磷），当与氧化剂混合时则机械感度极高。另外，熔点比较低的可燃物组成的烟火药剂如镁、硫、没食子酸、雄黄等，在相同条件下机械感度亦高。

镁粉、铝粉、镁铝合金粉受潮或本身含水分高时，极易发生化学反应而升温。镁粉比铝粉和镁铝合金粉更活泼。镁铝合金粉由于有一层氧化铝覆盖的保护层，所以在这三种金属粉中是比较稳定的。铁粉最易氧化，如果不经处理，直接加入烟火药剂中是不稳定的。因此，在选择烟火药剂用的可燃物时，应符合下列要求：①含量应要求高，燃烧时放出的热量多；②燃烧时需氧量少，易被氧化（以燃烧时每克所需氧量计算）；③杂质的含量应极少（铁、硅杂质含量一般不超过 1%）；④在常温下其物理、化学性质应较稳定，吸湿性小，便于贮存。

在黏合剂使用中，有机溶剂组成的黏合剂如虫胶、酚醛树脂等，比粉状的黏合剂配成的药剂对降低机械感度和提高化学稳定性要好得多。使用粉状黏合剂如面粉、米、木薯等，当与含有金属粉末的氧化剂或着色剂相混后，如在制作过程中对水分处理不好，则会产生自燃或使药剂自身失效。因此，对烟火药剂中所用的黏合剂应符合下列要求：①燃烧时，需氧化剂的供氧量越小越好；②对人体无害，非稀有物质，并取材容易，价格便宜；③具有较好的黏接性，吸湿性小，而且抗腐性能良好，能溶于有机溶剂；④燃烧时放出的热量愈多愈好，本身所发出的火光，对其他发色光剂发出的色光无干扰。

在烟火药剂中常用作有色发光剂的着色物质有：钠盐、锶盐、钡盐、铜盐、钾盐。对其材料的选择应符合下列要求：①不吸湿或吸湿性小；②含量应高、杂质少；③化学稳定性好。

此外，烟花爆竹生产企业在试燃放产品时，应注意安全，试放场必须远离厂区50 m以上，并采取适当的防护措施。

生产中的各个工序都要重视安全操作。在粉碎、筛选工序，应注意以下问题：粉碎是为了达到烟火药所需要的粒度，应在单独的工房内进行。感度高的物料应专机粉碎，易燃易爆物料必须在有安全防护墙的隔离保护下进行。因此，机械粉碎烟火药必须注意：①粉碎前应对设备进行全面检查，并认真清扫粉尘；②必须实行远距离操作，当操作人员未离开机房时，严禁开动机器；③进出料的时候，首先应停止机器运转，然后关掉电源；④添料和出料时，必须待机器停止运转10 min后，待热散发后才能进行；⑤应时刻注意室内通风散热，防止粉尘浓度超标；⑥采用湿法粉碎药料时，应严防药料泡沫溢出容器，干燥后会造成事故；⑦粉碎的物料必须包装好，并应立即贴上品名标签，以免造成混淆，导致生产过程中的事故发生。

筛选是为了防止药料中有其他金属及硬质杂物和使烟火药料达到所需要的粒度，以保障烟火药均匀的燃烧速度，因此粉碎前后必须过筛。筛选时不得使用铁质等产生火花的工具，氯酸钾筛选应选用绢筛，其他原料筛选应选用铜筛。采用机械筛选时，过筛设备应有导电性。

烟火药的配制混合是最危险的工序之一。必须严格按照 GB11652—89《烟花爆竹劳动安全技术规程》控制药量,坚持“少量、多次、勤运走”的原则,专人负责,互相监督。

含氯酸盐等高感度药剂的配制,必须有专用工房和使用专用工具,并有防护设施。其工序如需要改作其他用途时,应重新清洗干净,方可使用。烟火药采用干法混合时,宜采用木转鼓、纸转鼓或导电橡胶转鼓等设备。手工混合应在单独的工房内进行,采用导电橡胶工作台或木质工作台。严禁任何人在仓库和其他非配料工房内配料。如果采用湿法配制铝或铝镁合金粉等烟火药剂时,应及时做好散热处理。黑火药在进行多元球磨混合时,应在单独工房,远距离操作,并有防爆措施。

压药、造粒方法比较多,但归纳起来主要是手工和机械两种。压药和造粒主要是把已配制混合好的粉状药剂,制成所需要的片状颗粒,使其具有一定抗压强度,以达到燃烧时所要求的效应。为保障压药、造粒的安全进行,必须注意:①机械压药与造粒工房,每间定机不得超过一台;手工压药造粒定员不得超过 3 人。在造粒时,除本工房操作人员外,任何人不得进入工房内。②机械造粒时,其药物温升不得超过 20℃。操作人员如发现机械运转时有不正常现象应立即关闭电源,停机检查。③采用干法机械压药时应有防爆墙(板)隔离,才能进行操作。手工造粒采用湿法生产时,应严格控制黏合剂的酸碱度,其 pH 值应为 6 ~ 9。④每间工房药物停滞量和亮珠摊开厚度应按 GB11652—89 的规定执行。

为了保证烟火药物贮存的安全和良好的燃烧效应,其药剂必须进行干燥。药剂干燥工序也是比较危险和事故多发的工序,应引起高度注意。①严禁用明火直接烘烤药物,烘房温度不得超过60 ℃;②药物在进行干燥的时候,不得去翻动和收取,必须待其冷却至室温时才能入库收藏。干燥后的药物,水分含量不得高于 1.5%。未干燥的药物严禁堆放和送入成品仓库贮存。

在产品制作中,必须注意以下事项:

1. 领药限量　在烟花爆竹产品的生产和制作过程中,产生事故的原因主要是撞击和摩擦所造成。因此必须严格控制药物的停滞量和领量。领药限量必须严格按照 GB11652—89 的规定执行。

2. 装、筑药与钻孔、割切　烟火药物对热作用和机械作用都比较敏感,稍有不慎都将导致事故的发生。因此,装、筑药应在单独工房内操作,工房面积不得小于3.5 m^2。筑药工具应采用木、铜、铝或其他不产生火花的材质,严禁使用铁质材料制成的工具。

对烟花爆竹的半成品进行钻孔和割切时,所使用的钻、割工具要求刃口锋利,应尽量采用无火花的工具。在操作过程中,工具应经常涂蜡、擦油或交替使用,降低摩擦热,并应远离其他工房操作。

3. 引火线制作　引火线的加工有手工和机械两种方式。但无论是快引还是慢引,纸引还是安全的。引线有硝酸钾引火线和氯酸钾引火线两种。盛装引药的器皿,必须用不产生火花和静电积累的材质制成,严禁敲打、撞击。特别是氯酸钾引火线的生产更应严格要求。捆扎引火线与裁切引火线分开,应备有安全箱盛装引火线和引头,裁切后的药粉和引头应及时清除。其药物与引火线的停滞量应严格按 GB11652—89 的规定执行。

4. 产品的干燥　采用日光干燥时,含氯酸盐的成品或半成品,在气温高于 37℃ 时不得进行日光直晒。严禁把烟火药物直接摊在晒场上,以免在收取时因摩擦起火而造成事故。采用蒸汽干燥、热风干燥、红外线或远红外线干燥时,其烘房温度与要求应严格按 GB11652—89 的规定进行。烘房与晒场应与车间、仓库保持一定的距离,并有专人看管。设备和工具应为竹、木、纸等材质制成,严禁使用金属材质制成的设备与工具。

烟花爆竹药物粉尘的危害仅次于火灾爆炸危害。特别是对从事粉碎、筛选、配制、混合、装、筑药工序的生产工人危害更大。

目前,烟花爆竹企业的粉尘浓度普遍超过国家卫生标准,致使工人患有气促、咳嗽、胸痛、多痰、食欲不振和心悸等疾病。主要防护措施是:

1. 加强个人卫生防护　烟花爆竹工尘肺的产生,是由于在生产过程中吸入各种粉尘所致。因此,在生产过程中应加强个人卫生防护工作。从事制药、装药、筑药等高粉尘工序操作人员,应佩戴过滤式防尘口罩,衣着应符合 GB11652—89 的规定。

从事粉尘作业的人员,应定期进行保健检查。患职业禁忌证者,不得安排从事有禁忌的作业、不得安排未满 18 周岁的青少年从事制药、配料、筑压药等工作。

2. 改变生产工艺和条件　由于烟火药粉尘具有易燃易爆的特点,给机械通风带来了一定的困难。加之不少企业厂房简陋,自然通风条件差,造成车间空气十分污浊,不仅会引起尘肺,还会给肺结核等呼吸道疾病造成蔓延机会。因此,必须减少粉尘直接对生产人员的影响。充分利用门窗、强化自然通风,以降低粉尘浓度。采用湿法清扫,防止粉尘积聚。烟火药所用化工原料都是易燃易爆物质,而且有的化学药物是毒品,吸入或食入都会引起中毒,甚至危及生命。因此,应对此加强管理,严格控制发放数量,以免造成意外的中毒事故。同时,生产和管理人员应熟悉和了解烟花爆竹常用化学药物的毒性作用、对人体的危害量及中毒表现。烟花爆竹常用化学药物毒性作用与中毒表现见下表。

烟花爆竹生产企业应根据工作性质和劳动条件，做好职工的防暑、防爆、防尘工作，配备符合要求的防护用品，并执行检查使用制度。

烟花爆竹常用化学药物毒性作用与中毒表现

药物名称	毒性作用及中毒表现	危害量
高氯酸钾 $KClO_4$	对皮肤、黏膜组织和呼吸道有刺激性作用。对肾有影响	致死量：50～500 mg/kg
硝酸钾 KNO_3	大量吸入可引起剧烈疼痛的肠炎。长期小剂量中毒可引起贫血症和肾病	食入或吸入时有中毒等危害作用
氯酸钾 KClO	引起正铁血红蛋白的产生及红血球坏死。也可致泌尿生殖器道疾病和肾炎发生	致死量：50～500 mg/kg
硝酸钡 $Ba(NO_3)_2$	中等毒性。刺激眼、耳、鼻、喉和皮肤。能引起皮炎。加热放出毒烟，能引起肠胃炎	最大允许含量 0.5 mg/m^3
硝酸锶 $Sr(NO_3)_2$	大剂量口服具有致命危害，在分解时放出毒烟	
铝粉 Al	铝粉尘刺激眼睛。吸入铝粉可引起慢性肺病。若吸入大量粉末将导致知觉麻痹	最大允许含量 15 mg/m^3
三硫化二锑 Sb_2S_3	刺激皮肤和黏膜组织，可引起肠胃蠕动类似砷的毒性。它是一种心脏病和神经紧张的抑制剂。锑中毒在血液中通过肝功能检查可查出	最大允许含量 0.5 mg/m^3
六氯苯	长期接触可引起中度皮炎。吸入或食人是极毒的	最大允许含量 0.5 mg/m^3
镁 Mg	打入皮肤的粒子可引起严重的局部肿块，该肿块是由于生成气泡和发炎的结果，往往引起细胞坏死。烟或粉尘吸入可引起呼吸道发炎	最大允许含量，空气中 1×10^{-5}；MgO 烟允许含量 15 mg/m^3
锌 Zn	粉状锌有中等毒性。加热时放出 ZnO 烟尘。吸入可患铜冷症以及寒热病，也可称“锌尘热”，但症状短暂	Zn 最大允许含量：15 mg/m^3
氟铝酸钠 Na_3AlF_6	遇酸分解，析出剧毒的氟铝化氢，对皮肤和眼睛均有损伤	
草酸钠 $Na_2C_2O_4$	剧毒。有腐蚀作用并能引起局部炎症。口服对口、食道、胃均有腐蚀作用。同时，对肾会造成严重危害	

严禁穿戴硬底、钉底鞋和不防静电积累、易燃的化纤衣物，不准携带火种及有钢铁制品的纽扣、伞具、发夹、刀剪、锁链等进入危险生产区。严禁酒后上班，作业时不许离岗串岗，不得穿戴有药尘的工作服进入其他工房。凡有可能产生静电、电荷积累的操作工房，应配备干湿度计，每天上班时，洒水一次，保持地面潮湿，并定期冲洗打扫卫生，以免药尘积累。

生产区必须按规定设置消防器材、安全水塔（池）、砂箱等，工作人员上班，必须配有蓄水消防桶，灭火器材每季度进行一次检查，应保障其灭火能力及性能。

在从事有药产品制作过程中，含有下列情况之一者应停止生产，并慎重处理：①电源线路发生漏电、短路和其他情况以及机器运转不正常时；②大雷暴雨时；③药物温度自发升高或产生异味时；④高感度工房室温超过32 ℃，一般工房室温超过35 ℃时。

烟花爆竹生产企业的厂区应设置避雷设施，并定期检查完好程度，配制混合、筑药的工具应采用木、铜、铝或其他不产生火花的材质，严禁使用铁质材料制成的工具。工作台上应垫以接地导电橡胶板，采用机械筑、压药，其冲击部位必须垫以接地导电橡胶板。

筛选时，应使用丝织筛网或铜筛网，不能使用化纤、尼龙筛网，避免产生静电造成事故。

盛装烟火药和原料的包装容器，必须使用不与内装物起化学作用和不产生火花的材料制作的防潮加盖容器。

制药设备的动力部分，应使用密封防爆电机。凡接触药物的机械传动部分，严禁采用金属搭扣带和平板带传动。应采用三角带或齿轮减速箱，滚动部分必须经常添加润滑油。

带电的机械设备必须有可靠的接地设施，接地电阻为 8～10Ω。

粉碎设备必须是专机专用，接触过赤磷、氯酸钾、硫化物的工具和设备，不能移作他用。

与药物接触的机械设备、器具应对其性能经常进行检查，禁止设备带故障运行。

在有药工房进行设备检修时，必须将工房的药物搬走，清除设备上的药尘，将设备拆除移到修配车间进行修理。

机械设备应有专人负责日常维修保养，非设备专管人员，不得擅自装拆移动设备。

juanyan shengchan anquan
【卷烟生产安全】 烟草属于茄科，为一年生草本植物。烟草因品种、栽培方法和调制工艺的不同，可分为烤烟、晒烟和晾烟三大类别。它可以制成卷烟、雪茄烟、斗烟、水烟、鼻烟和嚼烟。卷烟是世界上目前烟草制品中吸用最广泛的一种，这是因为卷烟吸

用最方便,最为人们所喜爱,销量也最大。另一方面是由于卷烟制造过程都是机械化,适于大规模生产,能够满足众多消费者的需要。

卷烟生产的工艺流程,包括制丝、卷制、包装三个主要过程。卷烟常用的原材料为烟叶、卷纸、滤嘴棒、包头纸、黏合剂和包装材料。在卷烟生产中,对安全和健康的危害有机械伤害、火灾、粉尘及物理因素危害等。

1. 机械危害及防护

近三十多年来,卷烟工业在生产规模、产品结构、工艺方法、技术装备等方面发展很快,成为一个包括复烤、卷烟、薄片制造、膨胀处理烟(梗)丝、滤嘴制造、卷制、接嘴、包装等一系列复杂技术的生产体系。卷烟生产是在真空、切尖、打叶、分离、切丝等分、打、切的条件下进行。因此,在生产过程中,稍有不慎即会造成事故。造成伤害事故的主要原因如下:

(1)安全操作规程不完善,对操作者缺乏基本训练。操作者不按操作规程操作,未按规定穿戴防护用品。

(2)烟草加工的机械设备安全防护装置不完善。若操作人员触及危险部件,容易发生事故。

(3)工作场地的环境不良也是造成伤害事故的原因之一。如工作场地照明不良、温度、湿度不适宜、噪声过高、设备布局不合理、零件及成品、半成品堆放不合理等。

(4)工艺规程和工装不符合安全要求,新工艺采用时无安全措施,也可能造成伤害事故。

预防机械伤害事故除严格执行安全技术规程之外,还必须做到以下几点:

(1)从机械设计入手,使各种机械具备应有的联锁防护装置、信号装置和保险装置,使操作者在错误操作或处于危险状况下能及时自动停车,脱离危险。

(2)机器外露部分,如齿轮、带及带轮、联轴器等必须按规定加以防护。如不能或不适合安装固定防护装置时,可选择机械的、电气的、气动的或组合型的联锁防护装置。

(3)进入烟草生产车间前,必须穿戴好劳动防护用品,经过检查,方可进入车间。

(4)车间内要按规定的要求,划定安全通道,并用白线标记,主要通道不得少于3 m。安全通道不能随意摆放物品,以免阻碍行走、活动;不要在吊车下行走或停留,以免重物脱钩,落下伤人。

(5)工作时要保持场地整洁。成品、半成品应摆在规定的位置上,不能放在通道上。

(6)设备运转时,禁止用手调整,禁止把手、肘支撑在设备上,禁止用手触摸旋转部件,禁止取下或安装护板和防护装置,禁止用手直接清除碎屑。

(7)设备运转时,操作者不能离开工作岗位,当发现设备不正常时,应立即停车,并由检修工检查。遇到停电断电时应立即关掉电源开关,并及时清除设备上的杂物。

2. 火灾危害及防护

烟草加工过程中,不仅工序多,机械设备复杂,用电量大,而且还有高温作业场所。所以,烟草生产的火灾危险性较大,稍有不慎,极易引起火灾。因此,国家已将烟草工业防火列为安全生产工作的重点。

(1)烟叶仓库的防火措施

由于烟叶仓库规模较大,储量多,发生火灾的因素是多方面的,因此做好烟叶仓库的防火工作必须系统、全面考虑。

烟叶仓库、库区和堆放场的布局:

1)烟叶仓库宜建在市区的边缘并处在常年主导风的上风或侧风方向,地势略高于周围地面,靠近水流的地方。生产区的烟叶仓库也应建在常年主导风的上风侧,并将库区与生产、生活区分开。

2)烟叶仓库与变配电站之间的防火间距,应根据变电站总贮油量(吨)和库房耐火等级大小,保持12~25 m的防火间距。

3)烟叶仓库的库房、露天、半露天堆放场与电力架空线的防火间距应不小于电杆高度的一倍半。

4)烟叶仓库库房应与明火或散发火花地点保持25~38 m的距离。

5)烟叶仓库与建筑物的防火间距要根据储量多少、建筑物耐火等级的大小,保持10~30 m的距离。

6)烟叶仓库与易燃、可燃液体储罐的防火间距应根据储量大小及易燃、可燃液体多少,保持20~40 m的间距。

(2)烟叶库房和堆垛的建造要求

1)储存烟叶库房的耐火等级、层数和面积应符合表1的要求。

当库房内装有自动灭火装置时,占地面积可按此表增加50%,对原有库房,超过允许占地面积或防火间距应当采取增设防火墙的办法,加以补救。

2)库房内堆放烟叶,必须要有一定限额,不能堆得过高过满。堆垛与堆垛之间应留出必要通道,其中主要通道不小于2 m,小通道的宽度一般不小于0.5 m。

一、二级耐火等级的库房堆垛的顶距一般不小于0.5 m,人字形屋顶和二级耐火等级的库房,堆垛高度一般不超过横梁。堆垛距外墙一般为0.5 m,距内墙壁0.5 m,距屋柱一般为0.2 m,以利通风、检查和装卸操作。

3)仓库工作人员还要经常对烟垛各部位进行细致的水分检测。水分超过14%的都要通风排湿。含水分大的烟叶,通风时间应适当延长。

(3)烟叶仓库的电源、火源管理

1)烟叶库房除电气照明线路外,不得敷设其他动力线路。引进线路必须穿管;灯具应放在走道上方,距离堆垛水平距离不少于0.5 m,不得用碘钨灯、日光灯;电气开关应设在库外,并安装防雨防潮装置。

2)动力电气线路及其插座应装在库外,使用机械装卸设备时,电源应用橡胶套电缆方可通入库内。

3)库房在白班作业完毕,必须切断电源。

表1 库房耐火等级、层数和面积

	耐火等级	最多允许层数	最大占地面积(m^2)			
			单层		多层	
			每座库房	防火墙隔间	每座库房	防火墙隔间
烟叶仓库	一、二级	不限	4 000	1 000	3 000	1 000
	三级	3	2 100	700	1 200	400

4)库区内严禁吸烟用火,并应有切实的管理措施。

5)进入库区的汽车、拖拉机,必须戴好防火罩,并且不准这些车辆进入库内;装卸车时,排气管一侧不准靠近烟叶堆。

(4)烟草加工的防火工作

1)加强电气、机械设备的清扫润滑工作,防止堵塞油眼、卡住转轴,造成电动机过载冒烟,引起火灾事故。

2)电动机宜选择封闭式,如果使用的是开启式电动机,周围烟叶、草包、麻片等杂物必须清除,防止电机打火引起燃烧。

3)车间内的蒸汽管道,应靠上方布置,如果保温材料脱落,应及时修复,不得使用可燃材料代替。其保温厚度以表面温度不超过50 ℃为宜。

4)加香用的各种香精,一般含有50%以上的酒精,应储存在危险品仓库内妥善保管,不得大量存放在车间内,应做到随用随领,专人负责。

5)车间内的烟末要经常扫除。特别是蒸汽管道上的烟末更应及时清扫。清扫的烟末要放在干燥通风的地方及时处理,防止积压成堆,发生自燃。

6)车间内严禁吸烟,并应设置合乎规定要求的吸烟室,吸烟室必须配备灭火器材。

(5)卷烟加工的防火工作

1)卷烟车间的建筑应符合《建筑设计防火规范》的要求,有足够的安全疏散出口和安全疏散距离,以及足够宽度的通道。

2)卷烟机上的电烙铁温度为170 ℃,工作时搭在以70～280 m/min速度运动的烟条上。如果突然停机时,电烙铁未抬起,会使烟条受烤起火。因此,在停机时,应先抬起电烙铁,而后进行其他作业。

3)卷烟机的风力送丝系统,连接着车间各卷烟机,一旦发生火灾,火势将很快通过风管烧到各卷烟机上。因此,在车间内应设有停止送风机运转的"停止"按钮。并在一定位置装设自动阻火闸门,着火时自动关闭,切断火灾蔓延的途径。

4)做好车间、机台、岗位的清扫工作,防止烟尘自燃。

5)车间内严禁吸烟,可燃材料如盘纸,都要保管在车间小仓库内,小仓库用阻燃材料砌筑,不得用可燃材料简易搭建。

(6)包装车间防火工作

包装车间用纸种类繁多,应防止纸箱堆积太多堵塞通道,纸张、库品烟和烟纸应离开蒸汽管道并要妥善保管处理。检修机械时应采用必要的防火措施,并经有关部门的审核批准。

3. 烟草粉尘危害及防护

卷烟加工中,烟叶经过复烤、打叶去梗、切丝、卷制、包装等一系列加工,因受机械振动和摩擦,均有烟草粉尘产生。烟草粉尘中含有各种有害物质见表2。

表2 烟草粉尘烟碱(尼古丁)含量

烟草等级(粉尘)	总烟碱(%)	游离态烟碱(%)	尼古丁值
甲	1.21	0.10	12.10
乙	1.40	0.14	10.00
丙	1.29	0.16	8.06
丁	1.14	0.20	5.70

(1)烟草粉尘对健康的影响

1)局部作用,接触或吸入烟草粉尘对皮肤、角膜、黏膜等产生局部的刺激作用,产生一系列病变。例如:作用于呼吸道,早期可引起鼻腔黏膜机能亢进,毛细血管扩张,久之便形成肥大性鼻炎,最后由于黏膜细胞营养供应不足而萎缩,形成萎缩性鼻炎。此外,还可以形成咽炎喉炎、气管炎及支气管炎。作用于皮肤,可形成粉刺、毛囊炎等。作用于角膜,可以引起角膜损伤,从而导致角膜感觉丧失和角膜混浊等。

2)变态反应,烟草粉尘可引起支气管哮喘、哮喘性支气管炎、湿疹及偏头痛等变态反应。

3)烟草粉尘可造成角膜感觉低下,因而对异物进入眼内的防御机能减弱,容易造成眼外伤的发生。

4)烟草粉尘可引起尘肺病。

(2)烟草粉尘危害的防护措施

1)加强群众性宣传教育工作,提高人们对防尘工作的认识,自觉地穿戴好个人防护用品。

2)改革工艺、设备和操作方法,把尘源与工人隔离。

3)加强通风除尘、降低作业点含尘浓度。要适应

变单机除尘为集中除尘,控制好尘流防止二次扬尘。

4)定期测定含尘浓度,检查除尘设备运行情况,对除尘设备定期检修,使其经常保持完好运行状态。

5)定期做好工人身体检查工作,发现问题及时治疗。

4. 物理危害及防护

(1)在卷烟生产中要控制好噪声,首先要重点控制好通风机、空压机。风机是卷烟工业中主要噪声源之一,风机所产生的噪声归纳起来有三部分,一是进气和排气口产生的空气动力性噪声;二是机壳、管壁及电机产生的机械性噪声;三是通过基础振动产生的固体噪声。控制风机的噪声一般采用吸声、隔声、消声、隔振和阻尼等措施。常用的办法是在风机的进出风口上采用阻性消声器,在机组与机组之间装置减振器,即可获得明显效果。

空压机是卷烟工业中的一种通用机械。它产生的噪声极高,影响面广,是重要的噪声污染源。空压机噪声主要是由气流噪声、机械运动部件撞击、摩擦产生的机械性噪声及电动机所产生的噪声组成。控制噪声的措施是在进气口安装消声器,机组设置隔声间进行吸声处理等。

(2)在卷烟生产中有些工人是在高温高湿的条件下进行生产的。如制丝工序的真空回潮、烘丝、烘梗等工序,由于在生产过程中,散发大量的热蒸汽,形成车间内较高的温度和湿度,夏季气温可达 40 ~ 50 ℃,相对湿度达 85% ~90% 以上。因此,在工作中发生中暑现象较多。为了预防高温危害,必须认真做到:

1)加强防暑降温工作。根据国家卫生标准和《防暑降温措施执行办法》,每年入暑以前,制定防暑降温的计划和落实具体措施,及早做好防暑降温设备的维修及安装工作。

2)加强宣传教育。卫生和安技人员,必须深入车间、工地等高温作业现场,宣传防暑降温保健知识,教育工人遵守高温作业安全规则和卫生保健制度。

3)制定合理的劳动休息制度。根据具体作业的生产特点和条件,适当调整夏季高温作业的休息制度。

4)加强降温技术措施,首先要合理设计和改革工艺过程,改进生产设备和操作方法,消除高温对人体的影响,做到热流尽量布置在车间外面,尽量采用以穿堂风为主的自然通风,做好隔热工作;其次要加强个人防护,供应合适的清凉饮料等。

ganzhetang shengchan anquan

【甘蔗糖生产安全】 甘蔗糖是以甘蔗为原料生产的糖。我国采用两种生产方法,即碳酸法和亚硫酸法。甘蔗制糖的生产流程包括:切蔗→破碎→压榨→清净→蒸发→结晶→分离→干燥→包装等工序。甘蔗糖的生产中,提取蔗汁的方法主要有三种,即压榨法、渗出法和磨压法。蔗汁清净方法也有三种,即亚硫酸法、碳酸法和石灰法。亚硫酸法生产白砂糖,设备投资和生产成本都比碳酸法低,但清净效果不及碳酸法。石灰法具有价格便宜、工艺简单等特点,但澄清效果差,只能生产赤砂糖。

甘蔗糖生产中的职业危害有机械伤害、化学危害和其他危害等。

1. 机械伤害及防护

在甘蔗制糖生产过程中,由于机械化程度较高,机械设备和传动装置较多,容易发生各类机械伤害事故。

压榨车间的蔗刀机(或撕裂机、磨碎机)高速运转,碎蔗对设备防护罩撞击力大,因此,防护罩应有充分的强度,以防防护罩被击破,碎蔗飞出伤人。压榨机(或压干机)和蔗汽机(或汽轮机、电机)等传动装置,应该安装防护栏杆和防护罩,以防工人跌入。同时,传动装置极易缠绕操作者的头发及松动的衣襟。因此,操作者应穿戴整齐,禁止戴手套或用棉纱头擦拭运转部件,操作时应全神贯注。压榨机操作台上的走道应铺设防滑趾板,操作台底下空间狭窄,操作中要注意安全。压榨车间设备多,占地面积大,在开关设备时,应有既响亮而又明确的讯号,以防伤人。

煮炼车间的分蜜机是高速运转设备,入料要均匀平衡,以防"打篮"。分蜜机筛篮篮面不得放置铁器等杂物,以防震动撞击转轴而弹出伤人。非自动罐糖分蜜机要在分蜜机完全停下后方能铲糖,以防人体被分蜜机卷入。石灰乳除砂机、洗滤布机、糖糊机、助晶机、白砂糖干燥机等设备传动或搅拌装置,均应加防护罩或防护盖。中和汁箱、清汁箱、泥汁箱等物料箱物料温度高,水蒸气大,能见度差,地面潮湿打滑,操作台、通道、楼梯要有防滑设施,以防跌倒或跌入物料箱或运转的设备中。

2. 化学危害及防护

制糖过程应用的二氧化硫是由燃硫炉燃烧硫磺产生的。如果设备设计不合理或中和部位临时停机,燃烧炉可能有二氧化硫气体逸出。操作人员接触到二氧化硫气体后,会发生各种中毒症状,如:鼻炎、喉炎、气管炎等。因此,有慢性咽喉炎、支气管炎、肺气肿、支气管哮喘等呼吸系统疾病的患者和心血管疾病的患者,均不宜接触二氧化硫气体。为了防止二氧化硫的污染,硫熏器应采用负压类型。中和部位临时停机所用的放空设备应能使二氧化硫完全排至高空或引入水沟中。燃硫炉、中和汁箱附近应有排气设施。工人在特殊情况下抢修二氧化硫系统时,应使用呼吸保护器。

另外,工业磷酸、盐酸、氢氧化钠等化学物品,对呼吸道、皮肤、黏膜和眼睛等部位均有强烈的刺激作用,操作时应穿戴好防护服、手套、护脚及防护面具等。

3. 其他危害及防护

(1)从事甘蔗渣拆包、对干纤维进行粉碎和加工的工人,吸入发霉的甘蔗渣粉尘会引起一种叫"蔗渣尘肺"的呼吸系统疾病。患过"蔗渣尘肺"者应终生不再接触干甘蔗渣纤维(新鲜的湿甘蔗渣不会产生这种疾病)。贮存的甘蔗渣绝对不允许在干燥状态下拆包或加工。工作场所应有良好的通风设施和其他消除粉尘的设施,并对工人提供呼吸防护用品。甘蔗渣是一种易燃物质,空气中的甘蔗渣粉尘达到一定浓度时,还具有爆炸的危险。因此,要限制甘蔗渣粉尘的浓度,杜绝一切火源并配备消防措施。

(2)最终糖蜜在贮存过程中会出现自然碳化的现象,在自然碳化过程中会产生高温。因此,在处理自然碳化最终糖蜜时,要注意防止烫伤。预防最终糖蜜自然碳化的措施是:控制最终糖蜜入贮池的温度和浓度,贮池要有专人管理,加强散热降温措施,防止最终糖蜜自然碳化。

(3)最终糖蜜在贮存过程中,由于微生物的发酵作用会产生大量的二氧化碳和硫化氢等气体,这对人体有严重的危害。因此,在贮池周围要有良好的通风换气设备。在清理贮池时,应对池中的残留气体进行检测,确认没有硫化氢等有毒气体时,再入池工作,以防发生中毒事故。

(4)制糖生产过程的加热、蒸发和输送蒸汽的管路都是高温设备,应装设保温材料,以减少热量损失和防止烫伤作业人员。对加热器、蒸发罐、煮糖罐积垢的通洗,因设备温度高,通风性能差,通洗工作劳动强度大,应加强降温和通风工作。通洗前还应检查相关阀门是否关好并且有效。入罐时还应穿戴劳保衣、帽、鞋,以免烫伤。入罐工作时还应悬挂明确的标志并有专人监护,以免发生危险。

(5)由于制糖生产具有季节性生产的特点,生产中使用大量的季节工和临时工。为此,在开榨前必须对这些工人进行岗位培训和安全教育,经测试合格者才能上岗作业。

tiancaitang shengchan anquan

【甜菜糖生产安全】 目前全世界制糖所用的原料主要是甘蔗和甜菜。甜菜属于块根作物。以甜菜作原料提取的食糖,就是甜菜糖。

甜菜糖的生产中,主要职业危害如下:

1. 粉尘危害及防护

甜菜糖工艺生产所需的石灰和二氧化碳是由石灰窑煅烧石灰石制得的。石灰的用量约为甜菜质量的2.0% ~2.8%。石灰窑操作工在日常生产中,最大的危害是石灰卸料时的灰尘飞扬。操作条件恶劣,严重影响操作工人的身体健康。防护的措施是:在石灰卸料口的上方各安置一个石灰粉尘收集器。所收集的石灰粉尘经管道、风机送往水膜除尘器。除尘器下端出来的含有石灰的排放水,送往石灰消合器。除尘器上方排出的为符合环保要求的干净空气,并用管道排放到车间外。

2. 高温危害及防护

甜菜糖生产过程中,蒸发和结晶是用汽量最高的两个工段。这两个工段的操作工人在生产中,其操作岗位的环境温度有时达到40 ℃以上。防护的措施是:首先要从设备及管道的保温入手,结晶罐、蒸发罐的保温层增厚至100 ~ 120 mm,最大限度地降低设备及管道对外传递的热量。其次要减少辐射热,操作岗位环境要求要有良好的通、换风设施,配备防暑降温的饮料。

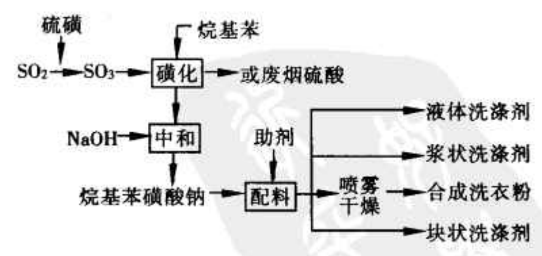
3. 其他危害及防护

定期检查设备运转状况和各安全设施,严格执行安全操作规程,防止压力容器内高温物料喷出,烫伤操作人员。为防止成品糖燃烧,严禁将火种带入成品干燥包装工段。

hecheng xidiji shengchan anquan

【合成洗涤剂生产安全】 合成洗涤剂的应用很广泛,从人们日常生活到工农业生产的各个部门都经常使用。它是用石油化工原料制成表面活性剂配制而成。主要成分是表面活性剂,一般分为阴离子、阳离子、两性及无极性表面活性剂等四种,其中阴离子型应用最广,常见的有烷基苯磺酸钠、烷基磺酸钠,以及伯、仲烷基硫酸盐等。此外,合成洗涤剂中还有三聚磷酸钠、硅酸钠、硫酸钠、碳酸钠和羧甲基纤维素钠等其他成分,分别用于防止硬水中钙、镁离子的干扰,降低洗衣粉颗粒的黏度以免结块,以及充当填充剂等作用。

我国生产合成洗涤剂,主要是烷基苯磺酸钠。主要过程是将烷基苯磺化,中和制成烷基苯磺酸钠,然后添加不同助剂,分别制成液体、浆状、块状洗涤剂,或干燥成形后制成合成洗衣粉。工艺流程为下图所示。



烷基苯磺酸钠洗涤剂的生产流程图

生产中主要的职业危害如下:

1. 机械伤害及防护

合成洗涤剂生产过程,使用各种起重机械、带输送机和包装机等,这些设备常会造成人员伤害。预防的措施是:各种起重机械应标明最大负荷量和起重速度,

并设有卷扬机限制器、起重控制器、联锁开关、轨道夹轨钳，行走轮的防护板等安全装置；各种机械设备凡能造成碾、挤、轧、刮伤等危险部位，都必须设防护装置；所有吊装孔、塔孔、上下料口等必须装有防护盖板。因工作需要暂时拆除防护装置时，必须设专人监护，防止物件掉下伤人，工作完毕应立即将防护装置装好。检修设备时，检修人员必须与操作者取得联系，同意后拉下电闸并拔下保险，将检修牌拴在检修设备的按钮或电闸上，以防发生意外。在清理运转设备时，必须停车；严禁跨越运转机械、机电设备和转动部位。

2. 粉尘危害及防护

(1)配料工段中大部分物料是固体粉尘，如芒硝、纯碱、羧甲基纤维素钠盐、荧光增白剂、烷基磺酸钠、非离子洗涤剂、水玻璃、色料等，其中荧光增白剂有致癌作用；纯碱的吸性强，粉尘可引起呼吸道刺激和眼睛结膜炎，直接接触皮肤和眼睛，会引起不同程度的灼伤。此外，加酶洗粉在后配料工序加入的碱性蛋白酶，味臭，对呼吸道和皮肤有较强的刺激，并会加剧伤口的感染。因此，在配料工段、固体原料的运输和拆包工作，应尽量运用机械设备；原料拆包及配料岗位应设置吸风罩，用抽风机给布袋过滤器除去粉尘；作业时工人应佩戴防尘口罩和手套，避免刺激性粉尘接触皮肤；加强室内通风。

(2)在喷粉塔的操作中，高压喷雾干燥成型的料粉经塔底排入带输送机，整个操作暴露在空气中，粉尘污染比较严重。因此，在塔底与带输送机连接部分要设置吸风罩，保证在负压下操作，以防止粉尘对操作人员的危害。喷粉塔尾气可采用旋风分离器和湿式洗涤器二级除尘，使尾气中粉尘的排放浓度$\leqslant 15\ mg/m^3$。

(3)合成洗涤剂属低毒性物质，半致死量(LD_{50})为2.0～2.51 g，对皮肤有损害，长期接触可引起湿疹等皮炎，对肝脏也有一定的损害。因此，洗衣粉包装车间一定要加强通风、吸尘和回收措施，使车间内空气的粉尘含量控制在$10\ mg/m^3$以下；作业时工人应戴防尘口罩，穿长袖衣服，尽量避免接触粉尘。

3. 化学危害及防护

烷基苯磺化所用的三氧化硫可由专门工厂供给。除小型工厂或试验装置外，大型洗涤剂厂都配备三氧化硫发生装置，采用燃烧硫磺来产生三氧化硫。在三氧化硫发生工段、磺化、中和工段应预防以下化学品的危害。

(1)粉状硫磺易燃，并能与空气组成爆炸性混合物，因此在贮存和生产中要注意防火、防爆。

(2)硫磺在熔硫罐中被熔化时，温度高达150±50 ℃，故操作中应防止输送熔硫的管线(如管道、泵、阀门)发生泄漏，造成烫伤事故。

(3)熔硫在焚硫炉中燃烧生成二氧化硫，二氧化硫通过转化器转化成三氧化硫。二氧化硫是无色有刺激性臭味的气体，对呼吸道及眼有强烈的刺激作用，大量吸入可引起肺水肿、喉水肿、声带痉挛而导致窒息死亡。三氧化硫遇水蒸气可形成酸雾，对人体呼吸道系统和皮肤造成伤害。因此，在生产中要加强车间通风，防止发生泄漏，三氧化硫发生装置的尾气应采用静电除雾和碱洗，使尾气中二氧化硫排放的质量分数$\leqslant 7\times10^{-5}$。

(4)二氧化硫是在氧化二钒的催化作用下氧化成三氧化硫的。氧化二钒粉尘毒性很高，因此在填装操作中，必须佩戴能防毒性粉尘、金属烟气和浓雾的面具，戴防护装，穿防护服和戴防护手套，严防造成伤害。

(5)在中和工段，烷基苯磺酸与烧碱反应生成烷基苯磺酸钠。氢氧化钠(烧碱)是最常见的腐蚀性碱，碱液与皮肤接触，极短时间内就会造成严重烧伤。因此，在生产中应尽可能消除人工操作，避免跑冒滴漏现象的发生，提高防腐材料的选用等级。

feizao shengchan anquan

【肥皂生产安全】 肥皂是用油脂、松香、高级脂肪酸、烧碱、纯碱等原料，经中和反应和皂化反应制成的洗涤用品。1903年，天津建立了中国第一家肥皂厂。肥皂产品有香皂、洗衣皂、工业皂、药皂、液体皂、软皂、皂片等，副产品有甘油等。

生产中的主要职业危害如下：

1. 机械伤害及防护

香皂生产过程中搅拌、打印、机械包装等工序容易发生事故，这是因为打印机和包装机缺少电气联锁装置。打印机的速度较快，一般每分钟要打印80～120块，如果皂粉潮湿，有些皂粉容易粘在模通。开口打开时，电源自动切断。操作人员即可以安全地维修机器或排除故障。

螺旋输送机在运转时容易发生故障。为此，螺旋输送机应设置安全联锁装置，当机壳盖门打开时能自动切断电源，停止转动，以保证检修人员的安全。

2. 尘毒危害及防护

糠油废水处理工艺，原来一直采用加硫酸和锌粉的办法来解决粗糠油含色的问题。操作工在生产过程中既要受到硫酸的刺激，还要注意防范锌粉爆燃，因此很不安全。为此，应改用中压水解新工艺，使油脂在一定的温度和压力下进行水解，生成脂肪酸和甘油，脂肪酸再经过蒸馏可用作生产肥皂。它的优点是只需要蒸汽就可将糠油水解，不再使用硫酸和锌粉，既降低了成本，又改善了环境和操作条件。

经过真空吸滤锅的陶土，原来一直采用无封陶输送。倒粉时粉尘飞扬大，劳动强度高。为防止粉尘危害，应改为槽车装粉，并采用全封闭陶土计量输送，以降低劳动强度，改善工作环境，防止粉尘污染。

3. 火灾危害及防护

棉籽油、菜油、棕榈油等软性油脂要经过加压氢化变为硬性油才能制皂,氢化是在3.92 MPa压力、310 ℃温度下进行。如设备密封不严使空气混入系统内,即可引起燃烧和爆炸。预防措施是,氢化设备及管道要安全接地。放空处要有阻燃装置。放空后系统内应保持在0.29~0.49 MPa的正压。车间应有良好的通风条件,以防氢气聚积。不得随意敷设各种电气设备,必须敷设时须符合防爆安全要求。安装修理受压设备及管道时,必须使用铍铜防火花工具。配备氢气监测仪,经常检查氢化系统是否泄漏。加强安全管理。操作人员必须熟悉本工段的工艺流程、设备特性及排除故障的措施。严禁在受压情况下旋动和拆卸受压设备的零配件。

4. 其他危害及防护

炼油是为了去除毛油的杂质,提高硬化油的质量。头道工序是倒油,将油脂熔化后泵入油锅进行炼油。炼油方法是将蒸汽喷头插入油桶进行加热。因此,炼油车间油雾弥漫,地面布满油污,极易发生烫伤和滑跌事故。预防措施:通过技术改革,利用机械代替人工搬桶、倒油;空、满油桶应整齐地堆放在安全场所,车间通道平坦,地面应防滑,并有排油水沟槽,便于用碱水清洗。注意安全操作,操作人员穿戴必要的劳动防护用品。

riyong huazhuangpin shengchan anquan

【日用化妆品生产安全】 日用化妆品门类多,品种复杂。一般可分为9类:①乳剂类:主要有清洁霜、雪花霜、粉底霜、润肤霜、冷霜等;②香粉类:主要有香粉、粉饼、爽身粉、痱子粉等;③美容类:主要有唇膏、面膜、胭脂、眼影粉、眼线笔、眉笔、睫毛膏、指甲油、去光水等;④香水、头水类:主要有香水、花露水、化妆水、润发水、奎宁水、古龙水、祛臭水等;⑤香波类:主要有透明液体香波、调理香波、粉状香波、珠光香波、护发素等;⑥烫发、卷发类:主要有发浆、化学卷发水、定形发胶等;⑦染发类:主要有永久性、半永久性和暂时性染发剂;⑧护发类:主要有发油、发乳、发蜡、透明发胶等;⑨其他类:如防晒水、防晒蜜、防裂膏、粉刺水、剃须膏等。

生产中的职业危害如下:

1. 火灾危害及防护

在生产化妆品过程中,大量使用可燃、易燃物品。例如:脂肪酸、白油、香精、乙醇等,均为可燃、易燃物质。在化妆品的包装过程中,又大量使用纸箱、纸盒、衬纸等可燃品,所以火灾是化妆品行业的一个主要危害。

防护的措施是:厂区内全面实行禁烟制度,张贴醒目的禁火标志,将生产车间、物料仓库等危险性较大的场所划为重点禁火区,并根据现场的不同物质,要求配备适宜的灭火器材;生产中若动用明火,如切割、焊接等,必须严格遵守有关规定。

生产指甲油的主要原料为硝化棉、醋酸乙酯、无水乙酯、颜料等,大多为易燃固体和液体,而且醋酸乙酯产生的蒸气与空气混合易形成爆炸混合物。所以,在指甲油车间,应装设换气扇,从而稀释车间内的爆炸性混合物的浓度,并降低车间内的温度,所使用的电气设备均应是防爆型的。

在存放纸箱、纸盒等可燃物品仓库内,应注意“五距”,即堆距、墙距、柱距、顶距、灯距,以免热量积聚,发生火灾。厂内要建立化学品仓库,并设在远离厂房的地方;根据各种化学物品的不同性质,分别采用避光、通风、隔离、冷藏、限量、分散的贮存原则,并使仓库温度控制在28 ℃以下,爆炸性混合物浓度控制在爆炸极限以下,仓库内设置的电灯、开关等电气设备须是防爆型的。仓库管理人员要遵守限额领料、余料归库的规定。

2. 粉尘危害及防护

在生产粉类产品的过程中会产生大量的粉尘。如爽身粉、痱子粉的主要成分是滑石粉、碳酸钙、医用氧化锌、硬脂酸锌等。其中滑石粉的比例高达80%,不但使原料逸散、影响产品的质量,腐蚀磨损机器设备造成经济损失,而且人体长时间接触粉尘,会使皮肤干燥、脱脂,产生炎症,眼睛受粉尘刺激后会造成慢性结膜炎;长时间吸入高浓度的粉尘,会使呼吸道黏膜产生慢性炎症,甚至导致滑石肺等职业病。防护的措施是:直投料工序采用机械化密闭式投料装置,使粉尘不致外逸。其次,可采用除尘排风系统来控制粉尘的浓度,在投料处要安置侧吸罩,在不影响操作情况下,应尽可能地靠近尘源。对于拌料和输送粉料,一般均可采用密闭式的立式搅拌机和管道气力输送设备,以防粉尘的外逸。若是长期生产单一产品,吸尘管道可与输料管相通,使粉尘回到输送管道内,避免粉料的浪费。

在落料灌装时,一般采用密闭联动或自动控制的流水线。其次,可采用除尘排风系统,应根据不同的操作动作所产生的不同扬尘方式来装置各种类型的吸尘罩。为减少落料时所产生的粉尘,应增加放料口的长度,使它尽可能接近操作台面,并可在落料口处放置环形吸罩或槽边吸尘罩,以控制粉尘飞扬。在称量时,可在距操作者呼吸带1.5 m之内安置条缝吸尘罩,从而形成粉尘与工人呼吸带之间的横向气流。在包装时,可安置向下进风的吸尘罩,以控制散落在工作台上的粉料,工作台台板上应有分布均匀的小孔。对积累在工作台周围地面上的二次尘源,可用真空吸尘器清除。

操作者在生产时,应佩戴防尘口罩、手套等个人防护用品,以减少扬尘危害。

3. 化学危害及防护

在指甲油的生产中，采用的有毒有害物品主要有：硝化棉、醋酸乙酯、甲苯、乙醇等。其中，以醋酸乙酯和甲苯的刺激性和毒害性较严重。这两种物质在空气中长时间暴露后，会产生对人体有刺激性的蒸气，刺激皮肤和眼睛产生炎症，并能通过呼吸系统进入人体后，会使操作者产生头痛、恶心、呕吐等症状，甚至失去知觉，长时间接触还会损害操作者的肝脏。

防护的措施是：投料、搅拌和灌装处，应采用密闭式联动或自动的装置。亦可采用局部吸风的方法。在安装吸风罩时，应尽量靠近有毒、有害气体，以净化工人呼吸带附近的空气。在操作时，还应注意轻拿、轻放，防止溢出物与皮肤、眼睛接触造成伤害；若将有毒物品打翻在地上或工作台上，应立即清除。清除有毒有害物质的抹布或拖布，应放在不透气的金属容器内，定期到指定地点处理。操作者在生产时，应穿戴好个人防护用品。

4. 其他危害及防护

在化妆品配制过程中，先将脂肪酸等固态油脂原料注入锅中加热熔化，再将乳化剂、去离子水等放入水锅中，然后按比例进行乳化。若加热时间过长，会使热油与水发生飞溅或外溢，烫伤操作人员。所以工人在配制时，注意通人锅内蒸汽的时间、锅内温度及液面的变化。另外，输送蒸汽的管道，均要用隔热材料包扎以防烫伤。

配制过程和灌装原料时，物料极易泄漏到地面上。由于料体多为柔滑的油脂，容易造成滑倒或跌伤事故。所以，在配料或灌料时，发现料体泄漏后，应立即清除。另外，化妆品的容器多是玻璃制品，容易在搬运中破裂，常常在灌装时发生划伤事故。防护措施是：灌装前由专人对玻璃制品进行认真检查，以除去有裂纹的玻璃制品。

suliao zhipin shengchan anquan

【塑料制品生产安全】 塑料制品生产是将高分子化合物的合成树脂或天然树脂和其他助剂通过各种成型加工方法制成各种材料和制品的过程。塑料制品的种类很多，其中主要产品为管、板、丝、膜四大类。塑料的加工成型方法有注射模塑（注塑）、吹塑挤出成型（挤压）、压延、真空成型、涂塑、加压模塑、层压法等10多种方法，其中注塑、挤压、压延、真空成型称为塑料制品工业的四大方法。塑料制品生产包括成型和二次加工。许多塑料在成型时除使用合成树脂本身外，还根据需要加入近20种不同用途的添加剂，最主要的有：(1)增塑剂，一些低挥发性酯类；(2)稳定剂，无机或有机化合物；(3)润滑剂，金属皂类；(4)填充剂；(5)染色剂，无机或有机颜料；(6)紫外线吸收剂。二次加工是指在一定条件下将成型的膜、片、板、管、棒等型材或坯件，通过再加工制成产品的过程，包括机械加工与装配、热成型、焊接和粘结、印刷、电镀和表面涂饰等。

生产中主要职业危害如下：

1. 机械伤害及防护

塑料成型加工是机械加工，如压缩成型、传递成型都采用压板和模具；原料加工的捏合机；密炼预塑化用的压延机；压延成型用的三辊、四辊及多辊压延机；加压模塑机、注射机、层压机、吹塑机的全模力高达10^4 N/cm^2，如使用不当会造成伤害。因此，除制定和贯彻各项安全操作规程外，还应注意以下事项：①挤出机器中的堵塞物时，释放出的热融物体可能喷到操作人员身上。因此，机器要加防护罩，操作人员要正确使用劳动防护用品。②对机器的活动部分要进行防护，各种转动机器的盖口都应装联锁装置，一旦打开盖口机器就停止转动。模具要配备自动落料装置或工具取物以避免手进入模腔中。③塑料加工用的辊炼机和压延机的进料部位和其他传动部位极易出现伤害事故。因此，在进料部位要装自动喂料装置。在传动外露部位应设符合要求的防护罩、栏。还应安装紧急制动按钮、安全绳、杆等，与灵敏可靠的紧急制动装置联锁。④压制成型所用的压机应加装制动装置，以防压板突然坠落挤、压伤操作人员。⑤中空吹塑的模具应装设防护装置和设计符合安全要求的模具。⑥在对毛坯进行机械加工或修边装配过程中易造成伤害，除装设安全防护装置、使用符合安全要求的工具外，还须正确使用个人防护用品。⑦载货电梯除严格执行专人操作，严禁带人外，还必须装设与启动开关连锁的安全门，上、下限位及平层防坠落装置。冲床应装设各种灵敏可靠的安全防护装置，以防发生事故。⑧在清理或维修高速捏合机、密炼机时，配合不好容易发生旋转部件伤人，为此在维修时，必须切断电源并有人监护。⑨由于高温时塑料黏度大，故锯塑料的圆锯较锯木的圆锯危险更大。因此，应装设防回弹等防护装置。

2. 尘毒危害及防护

(1)树脂粉尘和树脂中未反应的单体散发到厂房中，对操作人员和环境有不良影响。如含有游离甲醛的热固性聚甲醛树脂、聚酯树脂加工过程中所用的单体苯乙烯、环氧树脂等都能引起皮肤病；聚胺酯泡沫塑料生产中易引起过敏病。为此，对进厂的树脂应严格进行分析检验，以控制单体和中间体的含量。如聚氯乙烯树脂中氯乙烯单体的质量分数不得超过1×10^{-5}。在树脂过筛、配料、捏合、密炼等工序都应有局部排风装置。生产玻璃纤维增强塑料制品的车间会产生大量的苯乙烯气体，在车间内要配备良好的全面通风。操作人员要定期进行体检，一旦受到毒害，就及时调离岗位。

(2)在塑料加工中需加入各种助剂,如用作单体甲基丙烯酸甲酯稳定剂的二酚,在聚烯烃中用作抗静电剂的某些表面活性剂会引起皮肤病。作为增塑剂、抗氧剂使用的亚磷酸三苯酯,对皮肤有腐蚀作用,在使用过程中必须进行防护。聚氯乙烯制品生产中所用稳定剂三盐基性硫酸铅、二盐基性亚磷酸铅、硬脂酸铅等铅盐粉尘对操作人员会造成铅中毒。二丁基锡等有机锡类、硬脂酸镉等稳定剂是有毒物质,吸入人体会中毒。着色剂中无机颜料有铬、铜、镉的化合物,这些化合物会造成操作人员中毒。着色剂中有机颜料常用偶氮颜料和酞菁颜料,偶氮颜料多数属低毒类物质,接触后有皮肤症状;酞菁颜料属微毒类。由于着色剂颗粒细,要采取防尘措施。

(3)聚氯乙烯和聚四氟乙烯在温度过高时,会分别造成盐酸气体中毒和"聚合物烟热病"。由于原料、工艺条件、设备结构等因素造成聚氯乙烯树脂分解放出氯化氢气体及一氧化碳、二氧化碳,这些气体对人和设备都有危害。特别在挤出成型、注射成型车间应安装足够的通风设备。在聚四氟乙烯加工车间,由于过热的聚四氟乙烯发生分解而放出毒性很大的四氟乙烯分解物,与其接触的工人可能染上"聚合物烟热病"和急性肺水肿及间质纤维化病。实际上,每一个聚四氟乙烯烟热病的病例,都跟烟丝上沾染了微量的聚四氟乙烯有关,所以在聚四氟乙烯的车间内,应禁止吸烟或携带香烟。

(4)清洗和黏合操作常使用氯化烃类化合物,这种物质对人有麻醉作用,在操作这些物质的场所要安装通风设备。

(5)严禁用焚烧的方法处理塑料废弃物,以免污染环境。用焚烧法处理塑料废弃物时,必须采取排烟措施,如聚四氟乙烯和聚胺酯类物质在焚烧时所产生的烟雾应排至安全地带。

3. 火灾、爆炸危害及防护

(1)塑料粉尘可在空气中达到爆炸浓度。为此,塑料粉末应控制在封闭系统中,同时装设足够数量的减压板,在低压下向安全处放空。清扫工作应仔细,以免塑料粉尘在车间内积聚,形成气溶胶,达到爆炸浓度。

(2)塑料加工和溶剂焊接常使用的可燃液体,如油漆、黏合剂、清洗剂等在车间内的贮存量尽可能减少,不用时贮存在安全地方,如露天安全场所或防火仓库。

(3)在玻璃纤维增强塑料树脂生产中使用的过氧化物应与可燃液体及其他可燃物分开贮存,同时避免高温和低温。

(4)塑料是电的绝缘体,因此机器在塑料板或薄膜经过的地方就会有静电蓄积,这些静电荷有足够的电势,成为着火源。因此应采用静电消除器来消除静电,金属部件应接地。

(5)泡沫塑料中的泡孔含有大量的空气,使塑料与空气接触面积很大,氧气大量扩散在泡沫塑料中,所以泡沫塑料遇明火极易燃烧,燃烧速度快、猛烈。因此,生产聚胺酯泡沫要严格按照工艺条件进行配方和操作,特别要注意半成品的摆放,加强熟化过程的管理。新生产的泡沫块,在熟化期间应单块码放,码放时每块泡沫之间应有10 cm以上的间距,不得紧密堆放。单块码放时间达12 h以上方可堆置贮存。新生产大块泡沫的头和尾危险性更大,应单独存放。

(6)可挥发性聚苯乙烯泡沫的生产,大量使用低沸点烷烃做发泡剂,其挥发性大、闪点低,属于易燃易爆物品。因此,生产车间、原料仓库、预发粒熟化室、料仓都要禁止烟火;电气设备应是防火防爆的,聚苯乙烯珠粒和预发粒子的所有输送作业线的设备都必须接地,珠粒的输送速度不宜太快。在烃类发泡剂的运输、贮存和使用上必须严格管理。

4. 噪声危害及防护

使用造粒机、硬制品锯切机、塑料编织机、下脚料粉碎机等会产生很强的噪声,这种噪声会损害操作人员的听力。因此,在造粒机外包上消声材料,并在加料口安装挡板,以降低噪声。高噪声区的操作人员要戴保护听力的耳塞。

5. 高温、高频电磁辐射危害及防护

塑料制品加工绝大多数是在高温下进行,高温环境给操作人员带来不适,还易引起烫伤,应防暑降温和加强防护。

塑料制品的二次加工中热合焊接工艺是使用高频热合机进行。热合机所产生的高频电磁辐射给操作人员造成危害,必须装设调频防护设备。

pijiu shengchan anquan

【啤酒生产安全】 啤酒是以水和麦芽为主要原料,经糖化后添加啤酒花,经啤酒酵母发酵后,分离而酿制出含二氧化碳、起泡、低酒精度的饮料酒。主要原料是水、麦芽、啤酒花和其他辅助原料。我国生产啤酒,一般分为三个阶段:①麦芽制造。原大麦经精选机除杂物,分类机分选后,进行浸麦以吸收适度的水分,再经发芽、干燥、除根,便得到成品麦芽。②啤酒酿造。将麦芽和辅助原料先经适度粉碎后与一定比例的酿造用水混合进行糊化和糖化,使高分子的不溶性物质(淀粉)分解为低分子的可溶性糖类,以构成麦芽汁的有效成分。经糖化得到的麦芽汁与啤酒花共同煮沸,再经冷却到发酵温度,在酵母的分解作用下,将其中的可发酵性糖类分解成乙醇和二氧化碳、同剩余的不可发酵性糖类共存于啤酒发酵胶液中,最后经滤酒分离,便得到清亮透明的啤酒。③啤酒包装。为了便

于运输和贮存，通过灌酒机将酿制出来的啤酒灌入冲洗洁净的啤酒瓶（罐）中，再经封盖、灭菌、验酒、贴标签等环节，便成为可为消费者饮用的成品啤酒。

生产中主要职业危害如下：

1. 粉尘危害及防护

啤酒原大麦进出原料库及倒包，原大麦在分级前的精选、糖化过程中的麦芽及辅料大米的粉碎，都会造成粉尘飞扬，不仅会危害操作人员的健康，当粉尘浓度达到一定极限时还会引起粉尘爆炸。防护措施是改善劳动环境，完善通风除尘设施；严格防火，检修设备需用电气焊时，应彻底清除粉尘；在原料粉碎工艺上采用湿法和增湿粉碎；作业人员戴好防尘口罩。

2. 化学危害及防护

啤酒生产需要在严格的卫生条件下进行，糖化锅、槽进行定期的碱液清洗，发酵工艺的发酵池、罐也进行定期的碱液清洗，漂白粉、甲醛液进行消毒杀菌等，这些对作业人员的健康造成有害影响；还有发酵产生的二氧化碳超过一定浓度时，影响人的呼吸，严重时会使人窒息。防护的措施是严格工艺操作，在配制碱液时，一定要轻取轻放，防止碱液溅到皮肤或衣服上造成灼伤；采用甲醛或漂白粉消毒杀菌时，控制好浓度，同时加强通风以防对人体及眼角膜的危害；为防止二氧化碳浓度过高造成缺氧，进入发酵间前，要进行通风；在毒性较大的工段，采用隔离操作和远距离控制，避免直接与化学毒物接触；以氨为介质的冷冻车间尽可能装备净化处理设施，防止氨的跑冒滴漏。

3. 机械伤害及防护

生产中使用的传动机械、运输机械、搅拌机械等都可能对操作人员造成意外伤害。防护的措施是加强安全设施，如对设备的传动部位、明齿轮等易造成伤害的地方安装防护装置或光电开关、自动报警器等；严格执行操作规程，不允许在设备运转过程中进行检修或清理卫生，即使临时停机抢修，亦要断开电源，并使用安全卡锁或警示牌，以防他人误动。同时执行谁挂牌谁摘牌的制度，以确保安全。对压力容器应严格控制规定操作压力，以免造成爆炸事故。

4. 啤酒瓶爆炸危害及防护

在啤酒装瓶过程中，因需先对净瓶充压，致使一些耐压性能差的玻璃瓶在灌酒时爆裂；杀菌时因酒液升温，瓶内压力升高，会使质量不合格的瓶子爆炸；在链条输送瓶子过程中，由于链条的振动及酒瓶相互挤撞，也使一些酒瓶自爆。这些因素均易出现玻璃碴飞溅伤人。防护的措施是首先应保证玻璃瓶的质量，凡不合格的瓶子一律不能进入车间使用；操作人员上岗，必须戴好防冲击护目镜及所需的防护面罩；合理准确地控制灌酒压力及灭菌温度；在灌酒机操作台、灭菌机出口、验酒台等地方加设防爆护板玻璃等。

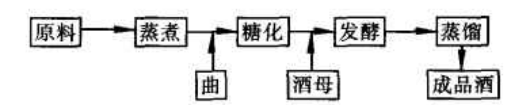
5. 物理因素危害及防护

啤酒的发酵过程多在低温高湿的条件下进行，温度一般为0～8 ℃，相对湿度为80%～90%。长期在这种环境中从事作业的人员易患不同程度的关节炎和风湿症。防护措施是推行露天发酵新技术，代替过去的室内发酵工艺；采用遥控技术进行监测和控制发酵，避免在低温高湿环境中作业；加强个人防护和保健，配备实用的防寒防潮护品，定期体检，提供高热量食品，增强操作人员的身体素质和御寒能力。

baijiu shengchan anquan

【白酒生产安全】 我国白酒生产的历史悠久，各种名酒都形成了自己独特的风格。根据原料及工艺的不同，生产出的白酒具有各自独特的风味。一般有6种：浓香型白酒，清香型白酒，酱香型白酒，米香型白酒，兼香型白酒和普通白酒。酿造白酒的原料，北方主要用高粱，南方一般用大米，也有用薯干、小麦、大麦、玉米、豌豆、糖蜜等或几种原料混合使用，制曲用的辅料主要有小麦、大米、薯干、高粱等。

一般白酒的生产过程如下：



生产中的主要职业危害如下：

1. 粉尘危害及防护

（1）生产白酒的原料（大米除外）一般要粉碎。常用机械是辊式粉碎机。粉碎过程会产生很多粉尘，粉尘会危害操作者的健康，还可能形成爆炸混合物。防护的措施是粉碎及粉碎后的输送应采用密闭方式为管道输送或加防护罩，操作人员要戴防尘口罩，车间要有通风除尘措施。

（2）制曲后的成品曲含有霉菌等微生物，一般处于干态。故在轧曲、运输和加入煮醪的过程中均会产生粉尘，这些粉尘含有霉菌孢子，对人体的呼吸系统有害。因此，操作人员应戴防尘口罩，并加强通风。

2. 化学因素危害及防护

（1）发酵液在蒸馏后，乙醇浓度提高的同时一些有害物质如甲醇、甲醛、杂醇油的浓度也升高了。这些有害物质泄漏出来，使操作人员感到刺鼻辣眼，严重时出现中毒现象。防护的措施一是设法查出泄漏点并堵住，二是加强车间的通风。如发现泄漏多，操作人员应戴防毒面具或口罩。

（2）白酒发酵在罐、窑、缸、池中进行，胶液中的酵母以淀粉质糖化后的糖类作为营养物质，它的代谢产物除乙醇外，还有大量的二氧化碳等物质。二氧化碳的浓度达到一定程度会使人窒息，危及生命安全。绝大多数工厂采用的是敞口或半敞口的发酵容器，发酵

旺盛时操作人员正对发酵容器口观察或操作,可能引起窒息。因此,尽量不要正对发酵容器口观察或操作,车间应加强通风,发酵容器口应加防护网罩。

(3)用液态发酵法生产白酒时,蒸馏出的酒基一般要进行除杂脱臭,目前工厂广泛使用高锰酸钾和活性炭,其中高锰酸钾是一种强氧化剂,与乙醇等物质接触可能发生爆炸。虽然白酒不是纯乙醇,含有一定水分,但在使用时应特别小心。正确的使用方法是先用热水溶解高锰酸钾,并分2~3次缓慢加入,每次加入后,通气搅拌30 min左右,再加第二次。

3. 其他危害及防护

(1)白酒的生产中,原料蒸煮的蒸煮锅有一定压力和温度,如操作失误会发生泄漏和爆炸事故。防护的措施是在蒸煮锅上装压力表和安全阀,严格按操作规程进行操作和控制,操作人员戴防护手套,防止烫伤。蒸煮完毕胶液送入糖化锅时,输送速度不能太快。如输送过快,胶液容易从糖化锅喷出烫伤人。

(2)白酒的主要成分是乙醇,乙醇是一种易燃、易爆的危险物品。在发酵液蒸馏时,馏出液的酒精质量分数可达0.7以上。因此,在蒸馏釜或蒸馏塔周围应注意防火防爆,严禁烟火,不准穿带有钉子的鞋,防止摩擦起火,车间电气应符合防爆要求,经常测定车间空气中乙醇的含量,不能达到爆炸浓度极限。

(3)各类热力管道和输液管的温度很高,凡在人员容易接触的部位都要包扎,工作人员要穿戴防护用具,以免烫伤。

(4)高处作业可能发生坠落事故,因此,操作平台要牢固可靠,并有防滑倒措施,周围要加安全围栏。

yinliao shengchan anquan

【饮料生产安全】 含酒精成分不超过0.5%的饮料叫做非酒精饮料,又称软饮料。这里的饮料生产安全就指软饮料生产安全。

按软饮料及产品形式可分为以下8种:①碳酸饮料;②果汁饮料;③蔬菜汁饮料;④乳类饮料;⑤植物蛋白饮料;⑥天然矿泉水饮料;⑦固体饮料;⑧其他类饮料,如可可、咖啡等。

这种软饮料的包装形式有瓶、罐、盒及软包装等。生产设备有:由液态变为固态或直接由固态原料配制饮料的粉碎、干燥、成形设备;热源、冷源、压力源、水源、汽源、电源等设备;原料及成品的杀菌设备;产品质量控制及检验设备;包装设备,如罐封、封口、贴标签、打印、联包、装箱等。

生产中主要职业危害如下:

1. 机械伤害及防护

饮料生产行业中有一些企业使用老的生产设备,不少工序是人工操作,属繁重体力劳动。一个灌装工人在工作班内要随机器传动从灌装机上摘12 000瓶饮料,易引起疲劳。设备的传动部位以及高空作业也易对人体带来威胁。饮料的需求随季节性变化很大。夏季社会对饮料的需要量大大增加,企业处于生产高峰期,操作人员超负荷作业的情况多有发生,身体非常疲劳。防护的措施是加强安全教育,注意劳逸结合,降低劳动强度。逐步淘汰陈旧设备,采用自动灌装流水线作业,从根本上解除作业人员的繁重体力劳动。设备上外露的传(转)动部位要装安全防护网、罩。在架空的传送带上,物体可能坠落伤人,因此应在下面架设防护网或金属丝网护板。传动带要装设隔离装置,防止人员轧伤。严禁人员在传送带上跨越。输送机还应加装有效的制动装置。

2. 其他危害及防护

(1)在瓶装作业中,破碎玻璃伤人时有发生。装瓶处应加装防冲击且透明度好的固定防护罩,操作人员应戴防冲击护目镜。处理破瓶碎片的人员,应佩戴护目镜及护臂的劳动防护用品,配备专门处理碎玻璃的容器,这类容器要安装带铰链的盖或有足够长度的斜槽,以防碎玻璃溅出伤人。

(2)在洗瓶、配液等工序中,常用烧碱作洗涤液,一般碱的质量分数为0.02~0.035,温度为55~65 ℃。因此,操作人员必须佩戴防护眼镜、面罩及耐腐蚀手套和工作围裙等,还要准备防烧伤应急的淋浴设施、冲洗喷头及洗涤药品。

(3)饮料生产多为高湿环境,夏季身体热量难以散发,易出现中暑,要做好防暑降温。装瓶装罐车间的地面潮湿,容易滑倒,应避免地面积水,工人最好穿底部有凹凸花纹的橡胶鞋,禁止穿塑料底鞋和拖鞋进行操作。各种电气设备要接零接地良好,加强对临时电源线路的管理,防止触电事故。

(4)饮料生产要用紫外线消毒,紫外线在杀菌过程中产生臭氧,接触过量的臭氧会对人体造成危害,因此在进行消毒杀菌时,应严格控制车间内形成的臭氧浓度和杀菌时间。

(5)制冷过程一般使用氨制冷剂。操作人员要穿戴劳动防护用品,防止冻伤;还要加强作业场所的通风换气。

hangtian keji gongye shengchan anquan

【航天科技工业生产安全】 航天产业是容不得半点疏忽的高科技、高风险的产业,确保安全科研生产是航天产业管理工作的重中之重。航天产业系统的广大干部职工发扬"两弹一星"精神,坚持不懈地狠抓科研生产质量和安全管理工作,从1996年10月至2000年1月,长征系列运载火箭连续18次发射获得圆满成功,神舟号试验飞船升入太空后顺利返回地面,新型战略远程导弹境内发射试验获得圆满成功,各类卫星为各行各业提供优质服务,扬了国威、振了军

威。1999 年达到了职工因工死亡事故为零的考核目标。

中国航天科技集团公司所取得的业绩和安全工作状况得到了国际航天组织和外国同行的肯定和好评，也得到了国际、国内保险公司的认同。

安全科研生产工作的主要做法：

1. 加强安全教育，牢固树立安全第一的思想

航天科技产业的安全直接关系国家的形象，直接关系人民生命和财产的安全，直接关系改革开放和国防建设、经济建设的大局。是不是把安全科研生产工作放在第一位，不仅仅是工作方法问题，而且是政治问题。在安全与科研生产，安全与经济效益的关系上，必须坚定不移地把质量和安全放在首位，在保证安全的基础上，才能抓好各方面的工作。集团公司反复强调狠抓安全科研生产，坚持预防为主的重要性。同时，对一切忽视安全科研生产的思想和危害安全的行为进行严肃批评和从严查处，坚持走“质量、安全、效益”型的航天科技工业发展之路。

2. 加强组织领导，全面推行安全科研生产责任制

航天安全科研生产工作关键在领导。集团公司坚持“质量第一、安全第一”的领导工作制度准则，明确提出企业法人是安全第一责任人，要求领导干部抓安全科研生产工作要做到思想、精力、工作“三到位”，深入基层，调查研究，及时解决存在的问题。

为使安全科研生产工作落到实处，航天产业全面推行安全生产责任制，实行了安全生产目标管理。安全科研生产责任目标值随着安全科研生产形势的发展而修订，充分发挥了目标考核制度的激励作用。各单位也层层落实，把确保安全科研生产的责任落实到岗位，落实到每一个人。

3. 加强安全科研生产法制建设，依法做好管理工作

法规、制度建设是安全管理一项极其重要的基础性工作，保证航天产业安全科研生产，必须把安全管理纳入法制化轨道。航天产业坚持标本兼治，以治本为主，努力掌握航天产业安全科研生产的内在规律，积极推进运行标准、规范和制度建设，严格依法管理，以行政辅佐科学管理，提高安全管理的水平。根据行业改革发展的需要，以《航天工业各级人员安全生产责任制》为龙头，加快配套安全法规建设，制定和修订了 54 个安全科研生产管理规章和标准。制定了《航天工业工厂安全性评价》等 3 个评估企业安全状况、实施安全奖惩的规范化管理文件和办法，为企业对自身状况进行安全性风险评价提供了科学依据。为确保大型飞行试验的安全，集团公司还引导所属各大单位，编制了各类型号《发射场技术安全检查表》，详细规范了各个部门的职责与权限、检查项目和标准、完成标准、允许差错的限度及考核办法。由于措施有效，推动了各单位在安全管理工作上新台阶。



六、安全生产、劳动保护管理

anquan shengchan
【安 全 生 产】 为预防在生产过程中发生人身伤亡、设备事故，保护公私财产和人员在生产中的安全而采取的各种措施。其主要内容包括：制定安全生产法规和安全技术操作规程；采取各种安全技术和卫生方面的技术组织措施；关心职工生活，减轻劳动强度，经常开展群众性的安全教育和安全检查等。保护职工在生产中的安全和健康，是我国劳动保护工作的基本方针。我国宪法对改善劳动条件，加强劳动保护，以及确保公民行使其基本权利的重要措施作了明确的规定。

anquan shengchan fangzhen
【安 全 生 产 方 针】 国家为预防在生产过程中发生伤亡事故，保证劳动者在各种生产劳动中的安全健康而确定的目标和指导原则。《中华人民共和国安全生产法》明确规定："安全生产管理，坚持安全第一、预防为主的方针"。其含义是在生产过程中发生危及人身安全的紧急情况时，必须把职工的安全健康放在首位，禁止冒险蛮干；在安排生产计划和技术改造、设备更新时，应优先解决安全卫生方面的问题；在新建、改建、扩建企业时，应在解决了安全卫生设施以后才准投产。"安全第一"，是强调在生产建设中必须把保障职工的安全健康作为前提条件；"预防为主"，是强调把一切不安全的因素消除在生产任务开始之前，禁止在存在事故隐患的条件下冒险作业。贯彻安全生产方针是为了在保护职工安全健康的同时保证正常地发展生产。

zhiyebing fangzhi gongzuo fangzhen ji yuanze
【职 业 病 防 治 工 作 方 针 及 原 则】 《职业病防治法》第三条规定："职业病防治工作坚持预防为主、防治结合的方针，实行分类管理、综合治理。"预防为主、防治结合，是我国职业病防治工作的方针；分类管理、综合治理，是我国职业病防治管理工作的基本原则。

zheng dun he guifan anguan shengchan zhixu
【整 顿 和 规 范 安 全 生 产 秩 序】[①] 国务院于2001年4月27日颁发《国务院关于整顿和规范市场经济秩序的决定》指出，建立规范的市场经济秩序，既是保证当前经济正常运行的迫切需要，又是完善社会主义市场经济体制的重要举措。为了进一步深化改革、扩大对外开放，营造国民经济持续快速健康发展的良好环境，根据当前我国市场经济秩序的现状，国务院决定，在全国范围内开展整顿和规范市场经济秩序的工作。

该决定在整顿和规范市场经济秩序的主要内容和当前的工作重点中指出，整顿和规范市场经济秩序是一项涉及面广、十分复杂的工作。必须坚持深化改革与加强法制并举的指导思想，标本兼治，边整边改，着力治本。针对市场经济秩序方面存在的问题，"十五"时期整顿和规范市场经济秩序的主要内容包括8个方面，其中之一就包括强化安全生产管理和安全监察。抓紧重点行业的安全整顿，加强对事故隐患及危险源的综合治理。对不符合基本安全生产条件或整改无效的企业和经营单位，坚决予以关闭。

为了切实做好整顿和规范市场经济秩序的工作，国务院决定成立全国整顿和规范市场经济秩序领导小组，建立"全国统一领导，地方政府负责，部门指导协调，各方联合行动"的工作格局。

guojia anquan shengchan guanli tizhi de yange
【国家安全生产管理体制的沿革】 党和国家历来重视安全生产劳动保护工作。新中国成立伊始，在《共同纲领》中，就明确规定"公私企业一般实行8小时至10小时工作制""保护女工的特殊利益""实行工矿检查制度，以改进工矿的安全和卫生设备"。

中央人民政府设立了劳动部。劳动部下设劳动保护司，各地方劳动部门设劳动保护处、科，作为劳动保护工作的专管机构。政府许多产业部相继在部内的生产或人事部门设立了专管劳动保护工作的机构，如燃料工业部，在部长直接领导下设置了安全监察处；重工业部在生产技术司内，第一及第二机械工业部在人事司内，设立了安全技术劳动保护科；邮电部、纺织工业部、铁道部、交通部在人事司内设立了劳动保

---

① 有关整顿和规范安全生产秩序的政策法规，请查阅中国劳动社会保障出版社出版的《整顿和规范安全生产秩序专辑》一书。

护科。

中华全国总工会在各级工会中设立了劳动保护部,工会基层组织一般设立了劳动保护委员会,以加强对企业劳动保护工作的监督。

在厂矿企业中,东北各国营厂矿都在厂长或生产副厂长领导下建立了技术保安科(股),较小的厂配备了保安负责人;在车间中,由车间主任担任保安主任,下设专职或兼职的保安员;在职工群众中,也成立了保安小组。在全国其他地区,较大的国营厂矿都建立了相应的安全生产专管机构,配备了专职干部。

1950 年政务院批准的《中央人民政府劳动部试行组织条例》和《省、市劳动局暂行组织通则》规定,各级劳动部门自建立伊始,即担负起监督、指导各产业部门和工矿企业劳动保护工作的任务。

1956 年 9 月国务院批准的《中华人民共和国劳动部组织简则》规定,劳动部在自己的权限内,有权发布有关劳动工作(包括劳动保护)的命令、指示和规章。这些命令、指示和规章,各级劳动部门和企业、事业单位必须遵守和执行。还规定,劳动部负责"管理劳动保护工作,监督检查国民经济各部门的劳动保护、安全技术和工业卫生工作,领导劳动保护监督机构的工作,检查企业中的重大事故并且提出结论性的处理意见"。

1955 年 4 月 25 日天津国营第一棉纺厂发生的水管锅炉爆炸,死伤 77 人,直接财产损失 36 万多元。鉴于这种情况,国务院于同年 6 月批准在原劳动部建立国家锅炉检查总局,于 1956 年 1 月开始工作。大跃进中,锅炉安全监察工作受到严重挫折、机构被精简合并。锅炉爆炸事故频繁。1963 年,国务院决定恢复各级锅炉安全监察机构。

十年文化大革命严重破坏了劳动安全卫生工作,职业病和伤亡事故严重。

1970 年,国家计委成立劳动局,恢复了劳动保护工作。

1975 年,在邓小平同志主持下,治理整顿工作走上正轨,劳动保护工作的治理整顿也获得了进展,国务院设立了国家劳动总局,全面恢复了劳动安全卫生管理和监督检查工作。

十一届三中全会以后,劳动保护工作得到进一步加强。国家劳动总局分设了劳动保护局和锅炉压力容器安全监察局,1982 年,为贯彻执行《矿山安全条例》和《矿山安全监察条例》,又成立了矿山安全监察局。

1983 年 5 月,国务院常务会议批准的劳动人事部任务与职责中规定,劳动部门"负责贯彻执行党和国家的方针、政策、法律和指示,研究拟订有关…… 劳动保护……的具体方针、政策和规章制度""综合管理劳动保护、矿山安全、锅炉压力容器安全工作,实行国家监督"。提出劳动保护规划要求,督促各地区、各部门改善劳动条件,推动劳动保护科学研究和宣传教育工作。参加重大伤亡事故的处理。劳动人事部设劳动保护局、矿山安全监察局和锅炉压力容器安全监察局。

1988 年,国务院批准的劳动部"三定"(定任务、定机构和定编制)方案中规定:"新组建的劳动部是国务院领导下综合管理全国劳动工作的职能部门""综合管理职业安全卫生、矿山安全、锅炉压力容器安全工作,实行国家监察"。劳动部将劳动保护局更名为职业安全卫生监察局。仍保持矿山安全监察局和锅炉压力容器安全监察局。

1985 年 1 月全国安全生产委员会成立。委员会由国务院有关部、委及中华全国总工会领导人组成,国务委员张劲夫任主任。全国安全生产委员会的任务是,在国务院领导下,研究、统筹、协调、指导关系全局的重大安全生产问题,具体工作由各部门分别管理。全国安全生产委员会办公室设在劳动人事部。

1993 年,全国安全生产委员会撤销,在劳动部设立安全生产管理局、职业安全卫生与锅炉压力容器安全监察局和矿山安全监察局。

1998 年,在政府机构改革中新成立劳动和社会保障部,将原劳动部承担的安全生产综合管理、职业安全监察、矿山安全监察职能,交由国家经济贸易委员会承担。劳动保护工作中的女职工、未成年工特殊保护和工作时间及休息休假,以及与劳动保护工作关系密切的工伤保险、劳动保护争议与仲裁、有毒有害作业等危害身体健康工种的提前退休政策等,仍由劳动和社会保障部管理。

原劳动部承担的职业卫生监察(包括矿山卫生监察)职能,交由卫生部承担。

原劳动部承担的锅炉压力容器及特种设备监察职能,交由国家质量技术监督局(现为国家质量监督检验检疫总局)锅炉压力容器安全监察局承担。

锅炉压力容器安全监察局是国家质量监督检验检疫总局管理全国锅炉压力容器及特种设备安全工作,行使监察职权的职能部门。主要职责是:管理锅炉、压力容器、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施等特种设备的安全监察监督工作。制订规章、制度并组织实施和监督检查。对锅炉、压力容器及特种设备的设计、制造、安装、使用、检验、修理、改造等环节和进出口进行监督检查。对有关事故进行统计分析和调查处理。管理有关检测机构和检测人员、操作人员的资格考核工作。

2000 年 12 月 31 日国务院下文批准成立国家安全生产监督管理局(国家煤矿安全监察局)。国家安全

生产监督管理局(国家煤矿安全监察局)是综合管理全国安全生产工作、履行国家安全生产监督管理和煤矿安全监察职能的行政机构,直属国家经济贸易委员会领导;2003 年 3 月起直属国务院领导。

2001 年 3 月,为了加强安全生产工作,国务院决定成立国务院安全生产委员会(简称安委会),安委会在国家安全生产监督管理局设立办公室,作为安委会的工作机构。

根据《国务院关于国家安全生产监督管理局(国家煤矿安全监察局)机构调整的通知》(国发[2005]4号),2005 年 3 月 16 日国务院办公厅印发了《国家安全生产监督管理总局主要职责内设机构和人员编制规定的通知》(国办发[2005]11 号)和《国家煤矿安全监察局主要职责内设机构和人员编制规定的通知》(国办发[2005]12 号)。上述《通知》指出,为适应完善社会主义市场经济体制的要求,进一步加强安全生产监管和煤矿安全监察工作,强化监督执法,促进安全生产形势的稳定好转,国务院决定将国家安全生产监督管理局调整为国家安全生产监督管理总局(正部级)。国家安全生产监督管理总局是国务院主管安全生产综合监督管理的直属机构,也是国务院安全生产委员会的办事机构。单设国家煤矿安全监察局(副部级)。国家煤矿安全监察局是国家安全生产监督管理总局管理的行使国家煤矿安全监察职能的行政机构。这充分体现了党中央、国务院对安全生产工作的高度重视,是进一步提高政府安全监察权威性和进一步加强安全生产工作的重要举措。国家安全生产监督管理总局的主要职责、内设机构及其他事项如下:

1. 主要职责

(1)承担国务院安全生产委员会办公室的工作。具体职责是:研究提出安全生产重大方针政策和重要措施的建议;监督检查、指导协调国务院有关部门和各省、自治区、直辖市人民政府的安全生产工作;组织国务院安全生产大检查和专项督察;参与研究有关部门在产业政策、资金投入、科技发展等工作中涉及安全生产的相关工作;负责组织国务院特别重大事故调查处理和办理结案工作;组织协调特别重大事故应急救援工作;指导协调全国安全生产行政执法工作;承办国务院安委会召开的会议和重要活动,督促、检查安委会会议决定事项的贯彻落实情况。

(2)综合监督管理全国安全生产工作。组织起草安全生产方面的综合性法律和行政法规;制定发布工矿商贸行业及有关综合性安全生产规章;研究拟订安全生产工作方针政策;研究拟订工矿商贸安全生产标准、规程,并组织实施;负责职责范围内非煤矿矿山企业和危险化学品、烟花爆竹生产企业安全生产许可证的颁发和管理工作。

(3)依法行使国家安全生产综合监督管理职权;按照分级、属地原则,指导、协调和监督有关部门安全生产监督管理工作;对地方安全生产监督管理部门进行业务指导;制定全国安全生产发展规划;定期分析和预测全国安全生产形势,研究、协调和解决安全生产中的重大问题。

(4)负责发布全国安全生产信息,综合管理全国生产安全伤亡事故调度统计和安全生产行政执法分析工作;依法组织、协调特大和特别重大事故的调查处理工作,并监督事故查处的落实情况;组织、指挥和协调安全生产应急救援工作。

(5)负责综合监督管理危险化学品和烟花爆竹安全生产工作。

(6)指导、协调全国和各省、自治区、直辖市安全生产检测检验工作;组织实施对工矿商贸生产经营单位安全生产条件和有关设备(特种设备除外)进行检测检验、安全评价、安全培训、安全咨询等社会中介组织的资质管理工作,并进行监督检查。

(7)组织、指导全国和各省、自治区、直辖市安全生产宣传教育工作;负责安全生产监督管理人员的安全培训、考核工作;依法组织、指导并监督特种作业人员(煤矿特种作业人员、特种设备作业人员除外)的考核工作和工矿商贸生产经营单位主要经营管理者、安全生产管理人员的安全资格考核工作(煤矿矿长安全资格除外);监督检查工矿商贸生产经营单位安全培训工作。

(8)负责监督管理中央管理的工矿商贸生产经营单位安全生产工作,依法监督工矿商贸生产经营单位贯彻执行安全生产法律、法规情况及其安全生产条件和有关设备(特种设备除外)、材料、劳动防护用品的安全生产管理工作。

(9)依法监督检查职责范围内新建、改建、扩建工程项目的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用情况;依法监督检查工矿商贸生产经营单位作业场所(煤矿作业场所除外)职业卫生情况,负责职业卫生安全许可证的颁发管理工作;监督检查重大危险源监控、重大事故隐患的整改工作;依法查处不具备安全生产条件的工矿商贸生产经营单位。

(10)组织拟订安全生产科技规划,组织、指导和协调相关部门和单位开展安全生产重大科学技术研究和技术示范工作。

(11)组织实施注册安全工程师执业资格制度,监督和指导注册安全工程师执业资格考试和注册工作。

(12)组织开展与外国政府、国际组织及民间组织安全生产方面的国际交流与合作。

(13)承办国务院、国务院安全生产委员会交办的

其他事项。

2. 内设机构

国家安全生产监督管理总局设9个职能机构：

(1)办公厅(国际合作司、财务司)。组织协调机关办公,拟订和监督执行机关的各项工作规则和制度;承担机关文秘、政务信息、保密、档案、提案、信访和行政事务等方面的工作;研究承办机关及所属单位管理体制、机构编制的有关工作;承担机关和所属单位财务、经费、国有资产管理和审计工作;组织开展与外国政府、国际组织及民间组织安全生产方面的国际交流与合作;承担有关外事管理工作。

(2)政策法规司。组织起草安全生产方面的法律和行政法规;组织研究拟订工矿商贸行业及有关综合性安全生产规章、规程和工矿商贸安全生产标准;承办安全生产方面的行政复议,指导安全生产系统的法制建设,监督执法行为;组织研究安全生产重大政策;组织起草重要文件、重要会议报告;承担全国安全生产信息发布工作;组织、指导安全生产新闻和宣传教育工作。

(3)规划科技司。组织研究拟订安全生产发展规划和科技规划;组织、指导和协调安全生产重大科学技术研究、技术示范及安全生产科研成果鉴定和技术推广工作;负责安全生产信息化建议工作;按照投资管理权限负责相应的固定资产投资项目管理;负责国家安全生产专家组工作;负责劳动防护用品和安全标志的监督管理工作;实施对工矿商贸生产经营单位安全生产条件和有关设备(特种设备除外)进行检测检验、安全评价、安全培训、安全咨询等社会中介机构的资质管理,并进行监督检查。

(4)安全生产协调司(国家安全生产监察专员办公室、职业安全监督管理司)。承担国务院安委会办公室日常工作。分析和预测全国安全生产形势;联系国务院有关部门和各省、自治区、直辖市的安全生产工作,及时掌握重要情况和重大事项;组织、协调全国性的安全生产大检查、专项督察和安全生产专项整治工作;负责组织特别重大事故调查处理工作;负责国家安全生产监察专员日常管理工作;承担综合监督管理煤矿安全监察的日常工作;负责作业场所(煤矿作业场所除外)职业卫生的监督检查工作;组织查处职业危害事故和有关违法行为。

(5)生产安全应急救援办公室。研究起草安全生产应急救援的相关法律、法规和有关规章、规程、标准;组织安全生产应急救援预案的编制和安全生产应急救援体系建设;组织指挥安全生产应急救援演习;统一指挥、协调特别重大安全生产事故应急救援工作;分析预测特别重大事故风险,及时发布预警信息。

(6)监督管理一司(海洋石油作业安全办公室)。依法监督检查非煤矿山、石油、冶金、有色、建材、地质等行业的工矿商贸生产经营单位贯彻执行安全生产法律、法规情况及其安全生产条件、设备设施安全情况;组织相关的大型建设项目安全设施设计审查和竣工验收;负责非煤矿矿山企业安全生产许可证的颁发和管理工作;指导和监督相关的安全评估工作;参与相关行业特别重大事故的调查处理,并监督事故查处的落实情况;指导、协调或参与相关的事故应急救援工作;承担海上石油安全生产的综合监督管理工作。

(7)监督管理二司。依法监督检查机械、轻工、纺织、烟草、贸易行业的工矿商贸生产经营单位贯彻执行安全生产法律、法规情况及其安全生产条件、设备设施安全情况;指导、监督相关的安全评估工作;组织相关的大型建设项目安全设施设计审查和竣工验收;指导、协调和监督公路、水运、铁路、民航、建筑、水利、电力、邮政、电信、林业、军工、旅游等行业的安全生产工作;参与调查处理相关的特别重大事故,并监督事故查处的落实情况;指导、协调或参与相关的事故应急救援工作。

(8)危险化学品安全监督管理司。综合监督管理危险化学品安全生产工作;依法负责危险化学品生产和储存企业设立及其改建和扩建的安全审查、危险化学品包装物和容器专业生产企业的安全审查和定点、危险化学品经营许可证的发放、国内危险化学品登记工作,并监督检查;负责烟花爆竹生产经营单位的安全生产监督管理;依法监督检查化工(含石油化工)、医药和烟花爆竹行业生产经营单位贯彻执行安全生产法律、法规情况及其安全生产条件、设备设施安全情况;组织查处不具备安全生产基本条件的生产经营单位;组织相关的大型建设项目安全设施的设计审查和竣工验收;负责危险化学品、烟花爆竹生产经营单位安全生产许可证的颁发和管理工作;指导和监督相关的安全评估工作;参与调查处理相关的特别重大事故,并监督事故查处的落实情况;指导、协调或参与相关的事故应急救援工作。

(9)人事培训司。承担局机关和直属单位干部管理及人事、劳动工资和职称管理工作;组织实施注册安全工程师执业资格考试及注册管理工作;指导全国安全生产培训工作,负责本系统安全生产监督管理人员的安全培训和考核;依法组织、指导和监督特种作业人员(煤矿特种作业人员、特种设备作业人员除外)和工矿商贸生产经营单位主要经营管理者、安全生产管理人员的安全资格(煤矿矿长安全资格除外)考核工作;监督检查工矿商贸生产经营单位安全培训工作。

3. 其他事项

(1)国家煤矿安全监察局的综合性业务和人事党

务、机关财务后勤、煤矿安全监察人员的考核和组织培训等事务，依托国家安全生产监督管理总局管理。

(2)设在地方的煤矿安全监察局由国家安全生产监督管理总局领导，国家煤矿安全监察局负责业务管理。国家煤矿安全监察局可单独向设在地方的煤矿安全监察局行文，重要文件经国家安全生产监督管理总局审议，必要时可以国家安全生产监督管理总局名义行文或联合行文。国家煤矿安全监察局对设在地方的煤矿安全监察局的领导班子成员任免提出建议，由国家安全生产监督管理总局任免。设在地方的煤矿安全监察局的财务、发展规划和科技项目，经国家安全生产监督管理总局综合平衡后统一上报，由国家煤矿安全监督局下达并实施管理。

(3)工矿商贸生产经营单位的安全生产监督管理实行分级、属地管理。国家安全生产监督管理总局负责中央管理的工矿商贸生产经营单位总公司(总厂、集团公司)的安全生产监督管理工作。

(4)除工矿商贸行业外，交通、铁路、民航、水利、电力、建筑、国防工业、邮政、电信、旅游、特种设备、消防、核安全等有专门的安全生产主管部门的行业和领域的安全监督管理工作分别由公安、交通、铁道、民航、水利、电监、建设、国防科技、邮政、信息产业、旅游、质检、环保等国务院部门负责，国家安全生产监督管理总局从综合监督管理全国安全生产工作的角度，指导、协调和监督上述部门的安全生产监督管理工作，不取代这些部门具体的安全生产监督管理工作。特种设备的安全监督管理、特种设备作业人员的考核、特种设备事故的调查处理由国家质量监督检验检疫总局负责。

(5)国家安全生产监督管理总局负责安全生产监督管理，监督烟花爆竹生产经营单位贯彻执行安全生产法律、法规的情况，审查烟花爆竹生产经营单位安全生产条件和发放安全生产许可证、销售许可证，组织查处不具备安全生产基本条件的烟花爆竹生产经营单位，组织查处烟花爆竹安全生产事故。具体按照分级、属地的原则实施监督管理。

国家质量监督检验检疫总局负责烟花爆竹的质量监督管理，监督抽查烟花爆竹质量，检验进出口烟花爆竹的安全质量。

公安部负责烟花爆竹的公共安全管理，许可烟花爆竹运输和确定运输路线，许可焰火晚会燃放，组织销毁处置废旧和罚没的非法烟花爆竹，侦查非法生产、买卖、储存、运输、邮寄烟花爆竹的刑事案件。

公安部、国家安全生产监督管理总局、国家质量监督检验检疫总局、国家工商行政管理总局等部门按照职责分工，有责任组织查处非法制造、买卖、储存、运输、邮寄、燃放烟花爆竹的违法行为。

(6)国家安全生产监督管理总局负责作业场所(煤矿作业场所除外)职业卫生的监督检查工作，组织查处职业危害事故和有关违法行为；卫生部负责拟订职业卫生法律、法规、标准，规范职业病的预防、保健、检查和救治，负责职业卫生技术服务机构资质认定和职业卫生评价及化学品毒性鉴定工作。

(7)国家安全生产监督管理总局与相关部门的职责调整，在下一步完善相关部门"三定"规定时进一步明确。

(8)本规定由中央机构编制委员会办公室负责解释，其调整由中央机构编制委员会办公室按规定程序办理。

laodong anquan weisheng fagui

【劳动安全卫生法规】 国家机关根据宪法规定的基本原则和劳动保护政策，结合党和国家在各个时期的任务，制定的关于劳动安全卫生方面的各种法令、规程、条例、决议、命令、规定、办法、技术标准等法律性文件的总称。它是人们在生产过程中的行为准则之一，由国家机关强制实行。我国宪法对劳动保护都有明确规定。中国劳动安全卫生立法的主要指导思想，可以概括为：①保护劳动者在生产过程中的安全、健康，是社会主义企业管理的基本原则；②促进社会主义生产建设的发展和科学技术进步；③坚持科学性和可行性，尽量实现先进性；从中国经济条件和技术条件的实际出发；④认真总结国内企业生产第一线和管理部门的经验，借鉴国际上和工业发达国家的有关法规，制定符合中国国情的劳动保护法规。

企业在生产过程中，必须严格执行各项劳动安全卫生法规，这是符合国家和人民根本利益的，是符合社会主义经济发展基本规律的，也是生产本身的需要。在生产中发生伤亡事故和设备事故，势必破坏生产；相反，避免发生事故，生产就会得到顺利发展。因此，企业及其主管部门在制定各项安全卫生技术措施时，必须遵循下列政策思想：①预防为主，把各类事故和职业病消灭在发生之前；②把改善劳动条件和环境的经费列入计划，在发展生产的基础上逐步增加安全卫生措施经费；③结合设备更新、技术改造、工艺改革，实现安全生产和文明生产；④劳逸结合，规定合理的劳动制度和工作时间；⑤对女工和未成年工给予特殊保护；⑥加强安全教育和培训，提高职工的安全技术水平。

中华人民共和国成立后，国家制定了一系列劳动安全卫生法规政策。建国初期，在中国人民政治协商会议上通过的共同纲领中就明确规定："实行工矿检查制度，以改进工矿的安全和卫生设备。"在中国第一部宪法中明确规定"国家通过国民经济有计划的发展，逐步扩大劳动就业，改善劳动条件和工资待遇，以

保证公民享受这种权利”。我国宪法(1982 年)明确规定:“国家通过各种途径创造劳动就业条件,加强劳动保护,改善劳动条件,并在发展生产的基础上,提高劳动报酬和福利待遇。”《中华人民共和国劳动法》专门规定了“劳动安全卫生”一章,确定了我国劳动安全卫生的基本法律制度。还有《中华人民共和国矿山安全法》《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国职业病防治法》也都从不同的角度,详尽规定了有关内容。此外,国家还颁布了一系列劳动安全与卫生方面的法规和安全卫生技术标准。

laodong anquan weisheng biaozhun

【劳动安全卫生标准】 它是一种技术规范,包括:劳动安全卫生管理方面的基础标准、方法标准;生产工艺、生产工具、设备安全卫生标准、安全卫生专用装置、用具标准;个人防护用品等方面的标准。它是我国劳动安全卫生技术管理和保障劳动者安全健康的一项重要手段,是执行安全卫生监督的法定的技术依据。其具体要求是:国务院各有关部、委员会的安全管理部门,各地区劳动部门,应将开展劳动安全卫生标准化工作纳入劳动安全卫生的工作计划;各部门、各地区在制订有关劳动安全卫生技术标准或规程时,应以标准的形式予以公布;制订标准应以技术先进、经济合理、安全卫生可靠为原则。《中华人民共和国标准化管理条例》规定:“凡正式生产的工业产品、重要的农产品、各类工程建设、环境保护、安全和卫生条件以及其他应当统一的技术要求,都必须制订标准,并贯彻执行。”经过国家质量技术监督局批准发布的劳动安全卫生标准,属于国家级标准有 200 多项。随着社会主义现代化建设的发展和企业管理水平的不断提高,劳动安全卫生标准显得越来越重要。

劳动安全卫生标准是劳动保护工作实行科学管理的基础。通过制订各种技术标准,为生产工具和设备、工艺流程以及厂房的设计提供科学依据,从根本上控制事故的发生。通过制订劳动安全管理标准,把管理系统的活动内容、相互间关系、工作程序等,用标准的形式加以确定,可使管理工作经验规范化、程序化、科学化。

劳动安全卫生标准,是劳动保护法规体系的组成部分,是劳动保护法规的具体体现。它使劳动保护法规体系日臻完善,从而为职业安全卫生检查、检测和检验工作提供依据,保障职业安全卫生监察工作的顺利进行。

劳动安全卫生标准是强制性标准,这是由于它涉及到人体健康、人身和财产安全所决定的。劳动安全卫生标准一经发布,必须贯彻实施。涉及安全卫生的产品(如劳动防护用品、起重设备、电气设备等)必须进行安全检验,获得安全标志以后,才能出售,执行强制性安全认证制度。

劳动安全标准体系

- 通用标准(101)
  - 职业安全卫生名词术语 (101.1)
  - 职业安全卫生标准编写规定 (101.2)
  - 安全人际工程标准 (101.3)
  - 安全标志 (101.4)
  - 防护设施 (101.5)
- 基础标准(102)
  - 考核标准 (102.1)
  - 分类分级标准 (102.2)
  - 系统安全工程标准 (102.3)
  - 事故统计分析标准 (102.4)
  - 职业病统计分析标准 (102.5)
  - 检测技术导则 (102.6)
  - 安全卫生工程评价 (102.7)
- 安全工程标准(103)
  - 机械安全 (103.1)
  - 电气安全 (103.2)
  - 爆炸防护 (103.3)
  - 焊接与切割安全 (103.4)
  - 燃气安全 (103.5)
  - 建筑安全 (103.6)
  - 生产工艺安全 (103.7)
- 卫生工程标准(104)
  - 防尘标准 (104.1)
  - 防毒标准 (104.2)
  - 噪声与振动 (104.3)
  - 作业场所温度异常防护标准 (104.4)
  - 作业场所压力异常防护标准 (104.5)
  - 电磁辐射防护标准 (104.6)
  - 射线防护标准 (104.7)
  - 生物危害防护标准 (104.8)
- 个体防护用品标准(105)
  - 个体防护用品基础标准 (105.1)
  - 头部防护用品标准 (105.2)
  - 呼吸护具标准 (105.3)
  - 手足及其他防护用品标准 (105.4)
  - 防护服标准 (105.5)

中国劳动安全卫生标准分为三级,即国家标准、行业标准和地方标准,国家标准是对于劳动保护科学管理、技术监察有重大意义,以及必须在全国范围内统一的标准。这些标准是劳动保护技术政策的体现,也是建立劳动保护监督检查、检测和检验的主要依据。行业标准是在一个行业或部门范围内统一的专用技术法规,有些国家标准不成熟时,也先制订为行业标准。地方标准是省、自治区、直辖市区域内统一的标准,是根据本区域内工业生产结构特点和劳动保护管理工作需要制订的标准,是国家监察管理工作的必要补充。

中国劳动安全卫生标准按照系统工程原理可分为五类,即通用标准、基础标准、安全工程标准、卫生工程标准和个体防护用品标准,这五大类标准形成一个科学的有机整体——职业安全卫生标准体系。

laodong anquan weisheng jiancha

【劳动安全卫生监察】 劳动安全监察,是指 1998 年国务院机构改革之前,由各级劳动部门负责劳动安全卫生监察工作,并由国家劳动安全监察机关监督检查各级生产管理部门、企业、事业单位和工作人员对各项劳动保护法规的执行情况,并处理和处罚违反劳动保护法规的责任者。

中国的劳动安全卫生监察制度是 20 世纪 60 年代开始建立的。劳动部门是劳动安全卫生保护工作的综

合管理部门，依法行使国家劳动安全卫生监察职权。劳动部设有职业安全卫生监察局、矿山安全监察局、锅炉和压力容器安全监察局，分管劳动保护工作，并设置了劳动保护科学研究所和锅炉、压力容器检测研究中心两个事业单位，从事劳动保护科学技术的研究和检测、检验工作。地方各级劳动部门也分别设有相应的机构，综合管理和监察本地区的劳动保护工作。全国大多数的地方，省级设立了劳动保护、矿山和锅炉压力容器监察处，地、市、县分别设科（室）、股，逐步形成了监察工作系统。全国现有 400 个锅炉、压力容器检验所，200 多个劳动安全卫生检测、检验站，监察检验队伍有了很大发展。

劳动安全卫生监察机关的主要职权是：

1. 贯彻并监督执行国家有关劳动安全的方针政策和法规。

2. 监督检查企业、事业单位改善劳动条件计划的实施及劳动安全经费的使用情况。

3. 参与对职业危害严重的新建、改建、扩建企业和事业单位重大技术改造工程项目的设计审查和竣工验收，并对有关劳动安全的工艺、设备、材料实行安全认证制。

4. 监察企业、事业单位的安全卫生状况，实行安全认可制，发现危及职工安全健康的重大隐患，及时发出“劳动安全监察指令书”，限期消除隐患，对逾期不改的，可令其停止作业，进行整顿。

5. 参加职工伤亡事故的调查和处理。对事故原因的分析和事故责任者的处分发生分歧意见时，提出结论性意见。

6. 对厂矿长进行劳动保护培训和考核发证，监督特种作业人员的考核和按国家规定发给合格证，实行安全资格认证制。

7. 对违反劳动安全卫生法规，造成严重后果的企业、事业单位及责任人依法给予处罚。

中国劳动保护实行国家监察、行政管理、群众监督和劳动者遵纪守法相结合的工作体制。各级劳动部门代表政府进行国家监察；企业、事业单位及其主管部门负有行政管理的责任；工会组织和职工代表大会对企业、事业单位及其主管部门贯彻执行劳动安全卫生法规的工作实行群众监督。实践证明，各方互相支持，密切配合，才能实现安全生产。

劳动安全卫生监察包括一般监察、专业监察和事故监察。

一般监察，是对所辖地区的企业进行日常的、常规的、全面的监察。其重点是易发生伤亡事故和职业病的企业，如易燃易爆设施、烟花爆竹生产、建筑施工现场和石棉制品、玻璃、陶瓷、建筑耐火材料、铸造、涂装及煤气、氧气、氯气等生产企业或场所。

专业监察，是对危险性或危害性较大的特种设备、工艺流程、作业环境、特种作业人员和生产性建设工程项目等进行专项的技术性的监察。其重点是生产建设工程项目中的职业安全卫生设施是否与主体工程同时设计、同时施工、同时投产和使用；采用新原（材）料、新工艺、新产品的安全卫生问题；起重机械、电梯、厂内运输机动车辆、客运架空索道、手持电动工具和漏电保护器等的安全卫生性能；特种作业人员的考核发证工作等。

事故监察，是对职业危害后果和伤亡、设备事故监察，包括职工伤亡事故、特种设备事故和急性中毒事故。

guojia anquan shengchan jiandu guanli

【国家安全生产监督管理】 为适应我国全面建设小康社会和完善社会主义市场经济体制的要求，为适应安全生产工作的需要，进一步强化国家对安全生产的监督管理，预防和减少各类伤亡事故，建立健全统一、高效、职责明确的安全生产监督管理机构，2003 年 3 月，第十届全国人大一次会议通过了关于国务院机构改革方案的决定。按照这个方案，将原国家经济贸易委员会管理的国家安全生产监督管理局改为国务院直属机构，负责安全生产的综合监督管理和对煤矿的安全监察。这一决策对于提高政府安全监管的权威性和监管工作效率，建立安全生产长效机制，形成高效运作的安全生产监管体系、健全的安全生产法律体系和企业安全生产的自我完善与约束机制，实现全国安全生产状况的好转，将起到重要作用。国家安全生产监督管理局综合管理全国安全生产工作，行使国家安全生产监督管理和煤矿安全监察职能的行政机构。煤矿安全监察工作，以国家煤矿安全监察局的名义实施。

2005 年国务院颁发了《国务院关于国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）机构调整的通知》（国发[2005]4 号），国务院决定将国家安全监督管理局调整为国家安全生产监督管理总局（正部级），单设国家煤矿安全监察局（副部级），进一步强化国家安全生产监督管理工作。

国家安全生产监督管理的主要职责，请见本书第 527 ~ 529 页“国家安全生产管理体制的沿革”中的有关内容。

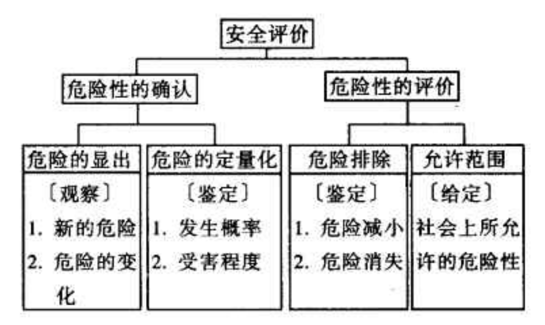
anquan caozuo guicheng

【安全操作规程】 指工人操作机器设备和调整仪器仪表时，必须遵守的程序和注意事项，是我国企业安全卫生规章制度的重要组成部分。制定安全操作规程，应根据生产工艺、机械设备的特性和参考安全操作经验以及事故教训。安全操作规程的主要内容包括：操作步骤和程序，安全技术知识和注意事项，使

用个人防护用品的方法，预防事故的紧急措施，设备维修保养技术要求及注意事项等。

anquan pingjia
【安全评价】 在预测、评价系统危险性时，认为危险性不超过可接受的危险水平时，系统就是安全的。这种“可接受的危险水平”必须得到全社会的公认，即系统的危险性应达到社会允许的危险水平。“社会允许危险标准”取决于国家政治、经济和技术状况。许多安全专家都在研究这个问题。

理想的安全评价，包括危险性的确认和危险性的评价两个方面；而危险性评价中的允许范围，就是这里所说的社会允许危险标准，参看方框图。



安全评价方框图

安全评价分为技术型定性评价和定量评价及管理型评价和经验型评价。

技术型定性评价是一种依靠现有的科学原理和技术知识进行安全评价的方法。首先进行正效应和负效应两个方面的评价，然后做出总的评价。

1. 以正效应为主的评价

(1)劳动和社会环境的改善；

(2)生活水平的提高；

(3)国际贸易的开发；

(4)资源的开发；

(5)技术水平的提高。

2. 以负效应为主的评价

(1)健康和安全的恶化；

(2)环境的污染；

(3)资源的损失和消耗；

(4)心理上的不良影响；

(5)社会上的不良影响；

(6)文化风俗的不良影响；

(7)对产业和职业的不良影响。

上述具体内容，需视具体情况而定。

技术性定量评价是用现有的科学原理和安全技术知识对系统的危险性量化。危险性本是一个不定量的相对概念。它的范围也是模糊的。为了进行比较、分级，需要进行定量评价。然后根据危险程度的不同，实施相应的必要措施，以求得最优的结果。

危险的大小，实际上包括两方面，一是事故危险的可能性大小，二是这类事故发生后对系统中的人、物以及社会上公众的安全和健康的损害大小。因此，在评价时必须做出科学的估量。

美国原子能委员会提出的计算危险性的公式为：

危险(损失水平/单位时间)

=事故发生概率(危险事件/单位时间)×损失大小(损失水平/危险事件)

“危险”的反义词是“安全”，因而对危险的评价实际上也是对安全的评价。计算事故危险事件的概率时，可按下列关系式考虑：

事故危险事件概率=1-可靠系数

管理型评价是用安全检查表法和安全审查法对系统定性评价。

1. 安全检查表法(SCL)

(1)安全管理体制(经营方针、道德观念、安全计划等)。

(2)建筑物(选址条件、工厂配置等)。

(3)工艺过程(潜在危险性、安全设计)。

(4)机械设备(不安全的配置、仪器仪表、警报器、防止误操作装置、安全装置等)。

(5)原料、成品、半成品(贮存、移动、输送)。

(6)操作(不安全行为、手工操作)。

(7)管理(教育训练、防护用品等)。

2. 安全审查法

(1)对安全活动的开展是否有障碍。

(2)安全活动是否正常进行。

(3)是否以安全第一为主导。

(4)是否实行了系统安全分析。

(5)是否把隐患和事故危险源以文件形式法定记载。

经验型评价是直接依靠专家和管理人员的经验评价系统安全状态。

如对某一设备、某一厂房的安全是否进行检查；又如安全人员对各个作业点的循回检查；上级组织的各种安全评比和大检查等。

评价的准确与否，与评价人的经验是否丰富、对外信息的吸收是否准确、思维逻辑是否健全等因素有很大的关系。即与评价人的素质有关。这正是经验方法的不足之处。

为了改善经验型评价质量，使决策趋于科学化，常常用群体取代个体。为了促进经验评价向智能评价发展，则决策过程可以采取专家评估法，或者采用计算机辅助法。

安全评价必须按科学的方法和程序进行。安全评价程序共分工六个阶段，其内容如下。

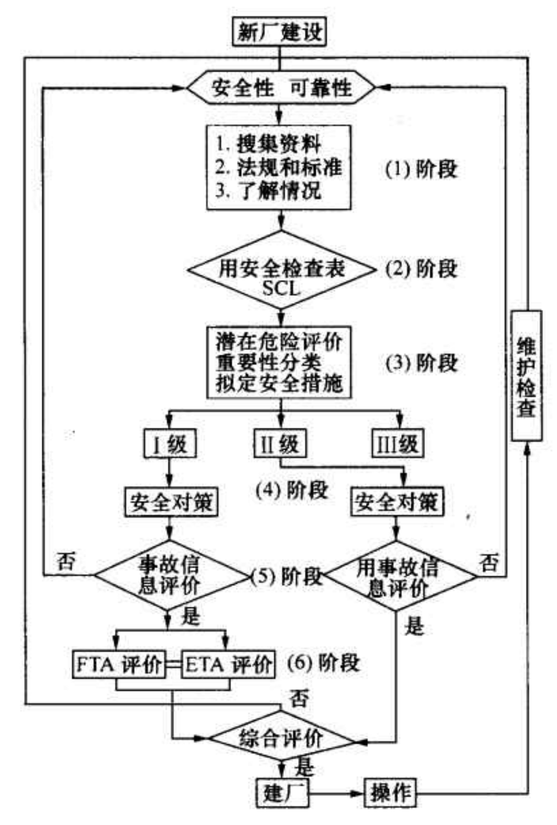
第一阶段：准备

(1)搜集资料:建厂条件、总平面布置、工艺流程及设备配置方式;原材料、中间产品及产品的物理、化学性能及其对人的影响;运输系统和方式;安全装置的类别和设置地点;人员配备及组织机构等。

(2)熟悉文件:即熟悉有关的政策法令、规程标准和操作指南等。

(3)了解情况:即了解人、物、环境、管理等。

第二阶段:定性评价



安全评价程度图

用安全检查表进行检查和粗略估计。系统定性评价项目包括:包括厂址、厂区布置、原材料及燃料、工艺流程、装备、动力、通讯、运输、存贮、岗位及操作、事故预防计划等。

第三阶段:定量评价

将系统分为子系统及单元。每个单元又按其物质、容量、温度、压力和操作分项计分,将评分总和,定出危险等级。

第四阶段:拟定安全措施

根据定量计算得出的危险等级,拟定出相应的安全措施。

第五阶段:通过事故信息进行再评价

根据设计内容,参照同类设备和工艺的事故教训进行再评价。

第六阶段:用 FTA 及 ETA 再评价

这个评价步骤较为重要,因为在定量计算之后,方可作出综合性判断和评价。

anquanyue

【安全月】 1980 年由国务院批准每年 5 月份开展安全生产宣传教育和检查的活动。其范围包括全国所有企业、事业单位的安全生产、文明生产、防火和交通安全。其内容在每年根据具体情况确定重点。基本内容为:①广泛宣传“预防为主”和安全生产方针,普及劳动安全卫生知识,教育职工增强法制观念,严格遵守各项劳动安全卫生法律、法规、规章,反对违章指挥和违章作业;②各级政府的有关部门组织力量,对企业、事业单位的安全卫生工作进行检查或抽查;③动员职工群众揭露矛盾,表彰遵章守法、安全生产、文明生产做得好的单位和个人,批评教育违章指挥者和违章作业者,严肃处理造成伤亡事故和重大经济损失者。1985 年改为安全周活动。2002 年改为安全月活动,定于每年 6 月。

anquanmao

【安全帽】 安全帽是避免或减轻外来冲击物伤害人体头部的主要防护用品。安全帽由有一定强度的帽壳和帽衬、下颏带、后箍等组成。在帽衬与帽壳的衔接处留有一定的空间、构成空间缓冲层,以承受和分散坠落物的瞬间冲击力。被缓冲层吸收的力可达三分之二以上,余下部分经帽衬的整个面积传导给人头部,使受力得到缓冲,避免或减轻头部的伤害。

安全帽技术要求和分类　由于安全帽的质量好坏直接关系到使用者的生命安全,故国家标准 GB2811-89 对安全帽的技术要求、检验规则、采购、监督和管理作了严格规定。

一般作业用安全帽必须按规定进行冲击吸收性能和耐穿刺性能试验。在冲击吸收性能试验中,传递到头模上的力不超过5 000 N,在耐穿刺性能试验中,钢锥不得接触头模表面。对于特殊作业场所用的安全帽除进行以上两项试验外,还要根据场所特殊要求,分别做有关性能试验。电绝缘性能试验,泄漏电流不超过1. 2 mA;阻燃性能试验续燃时间不超过5 s;侧向刚性试验最大变形不超过40 mm,残余变形不超过15 mm;抗静电性能试验实际测得的表面电阻率不大于 $5\times10^{10}\,\Omega$。

安全帽必须经安全行政部门指定的检验机构检验合格,取得生产许可证后方可生产销售。企业必须购买有产品检验合格证的产品,并经验收后方准使用。安全帽应在规定期内使用,过期的安全帽抽验合格后方准使用。

安全帽按不同材料、外形和作业场所分类如下:

1. 按不同材料分,有工程塑料、橡胶料、纸胶料、

植物料等。

2. 按外形分,有无檐、小檐、卷边、中檐、大檐等。

3. 按作业场所分,有一般作业场所和特殊作业场所。

安全帽的选用　安全帽的用料、造型和颜色各有不同,使用者应根据使用场所要求进行选用。

1. 防寒安全帽适用于北方严寒地区冬季露天作业,它有保暖性好的特性;植物料安全帽适用于南方夏天作业,它有透气散热性好的特性,但这类安全帽阻燃性能差,不宜在明火作业场所使用。

2. 大檐帽适用于露天作业,可以兼防日晒和雨淋。小檐帽适用于室内、隧道、井巷、涵洞、森林、脚手架上等活动范围小、易出现帽檐碰撞的场所。

3. 特殊作业场所,应根据作业要求,针对特殊安全帽的电绝缘性、阻燃性、侧向刚性、抗静电性以及耐辐射热性选用。

4. 安全帽的颜色应根据作业环境的场所和作业人员来选用。如在森林中,红色、橘红色安全帽醒目,作业人员易于被发现;爆炸性作业场所,宜戴大红安全帽;作业场所人员职务不同,安全帽的颜色可以有所区别,这样便于组织施工。

anquandai

【安全带】　安全带是预防高处作业工人坠落事故的个人防护用品,由带子、绳子和金属配件组成,总称安全带。适用于围杆、悬挂、攀登等高处作业用,不适用于消防和吊物。

安全带品种分类及符号代号　安全带按使用方式,分为围杆安全带和悬挂、攀登安全带两类。

围杆作业安全带适用于电工、电信工、园林工等杆上作业。主要品种有:电工围杆带单腰带式、电工围杆带防下脱式、通用Ⅰ型围杆绳单腰带式、通用Ⅱ型围杆绳单腰带式、电信工围杆绳单腰带式和牛皮电工保安带等。

悬挂及攀登作业安全带适用于建筑、造船、安装、维修、起重、桥梁、采石、矿山、公路及铁路调车等高处作业。其式样较多,按结构分为单腰带式、双背带式、攀登式三种。其中单腰带式有架子工Ⅰ型悬挂安全带、架子工Ⅱ型悬挂安全带、铁路调车工悬挂安全带、电信工悬挂安全带、通用Ⅰ型悬挂安全带、通用Ⅱ型悬挂自锁式安全带等六个品种;双背带式有通用Ⅰ型悬挂双背带式安全带、通用Ⅱ型悬挂双背带式安全带、通用Ⅲ型悬挂双背带式安全带、通用Ⅳ型悬挂双背带式安全带、全丝绳安全带等5个品种;攀登式有通用Ⅰ型攀登活动带式安全带、通用Ⅱ型攀登活动式安全带和通用攀登固定式等3个品种。

安全带按品种系列,采用汉语拼音字母,依前、后顺序分别表示不同工种、不同使用方法、不同结构。符号含意如下:D—电工;DX—电信工;J—架子工;L—铁路调车工;T—通用(油漆工、造船、机修工等);W—围杆作业:W_1—围杆带式;W_2—围杆绳式;X—悬挂作业;P—攀登作业;Y—单腰带式;F—防下脱式;B—双背带式;S—自锁式;H—活动式;G—固定式。

符号组合表示举例如下:

DW_1Y——电工围杆带单腰带式。

TPG——通用攀登固定式。

安全带材料要求及其有关技术条件　按照安全带国家标准 GB6095-85 要求:

1. 安全带和绳必须用锦纶、维纶、蚕丝料制成。电工围杆可用黄牛革带。金属配件用普通碳素钢或铝合金钢。包裹绳子的套则采用皮革、维纶或橡胶。

2. 安全带、绳和金属配件的破断负荷指标见表1。

表1　安全带、绳和金属配件的破断负荷指标

名　称	破断负荷(N)
腰　带	14 709
护腰带	9 800
护胸带	7 844.8
前胸连接带	5 883.6
胯　带	5 883.6
吊　绳 ϕ16 mm	23 534.4
三角环	11 767.2
8 字环	11 767.2
围杆带	14 709
背　带	9 806
吊　带	5 883.6
攀登钩带	7 844.8
腿　带	5 883.6
安全绳	14 709
围杆绳 ϕ13 mm	14 709
围杆绳 ϕ16 mm	23 534.4
安全钩(小)	11 767.2
自锁钩	9 806
胸带卡子	5 883.6
攀登钩	5 883.6
钎子扣	5 883.6
调节环	9 806
安全钩(大)	9 806
转动钩	11 767.2
腰带卡子	7 844.8
半圆环	11 767.2
圆　环	11 767.2
品字环	11 767.2

3. 腰带必须是一整根，其宽度为40～50 mm，长度为1 300～1 600 mm，附加小袋1个。

4. 护腰带宽度不小于80 mm，长度约为600～700 mm。带子在触腰部分垫有柔软材料，外层用织带或轻革包好，边缘圆滑无角。

5. 带子颜色主要采用深绿、草绿、橘红、深黄，其次为白色等。缝线颜色必须与带子颜色一致。

6. 安全绳直径不小于13 mm，捻度为(8.5～9)/100(花/mm)。吊绳、围杆绳直径不小于16 mm，捻度为7.5/100(花/mm)。电焊工用悬挂绳必须全部加套。其他悬挂绳只是部分加套。吊绳不加套。绳头要编成3～4道加捻压股插花，股绳不准有松紧。

7. 金属钩必须有保险装置，铁路专用钩则例外。自锁钩的卡齿用在钢丝绳上时，硬度为洛氏HRC60。金属钩舌弹簧有效复原次数不少于20 000次。钩体和钩舌的咬口必须平整，不得偏斜。

8. 金属配件圆环、半圆环、三角环、8字环、品字环、三道联，不许焊接，边缘应成圆弧形。调节环只允许对接焊。金属配件表面要光洁，不得有麻点、裂纹，边缘呈圆弧形，表面必须防锈。不符合上述要求的配件，不准装用。

检验要求 安全带及其附件是在人体坠落时，用于平衡地拉住人体并限制其下落距离的安全装置，故必须具有足够的强度，以便能经受住由此产生的力。安全带及其金属配件、带、绳必须按照《安全带检验方法》国家标准进行测试，并符合安全带、绳和金属配件的破断负荷指标。

围杆安全带以静负荷4 500 N，作100 mm/min的拉伸速度测试时，应无破断。悬挂、攀登安全带以100 kg重量检验，自由坠落，做冲击试验，应无破断。架子工安全带做冲击试验时，应模拟人型并且腰带的悬挂处要抬高1 m。自锁式安全带和速差式自控器以100 kg重量做坠落冲击试验，下滑距离均不大于1.2 m。用缓冲器连接的安全带在4 m冲距内，以100 kg重量作冲击试验，应不超过9 000 N。

使用和保管 安全带国家标准对安全带的使用和保管作了严格要求：

1. 安全带应高挂低用，注意防止摆动碰撞。使用3 m以上长绳应加缓冲器，自锁钩所用的吊绳则例外。

2. 缓冲器、速差式装置和自锁钩可以串联使用。

3. 不准将绳打结使用。也不准将钩直接挂在安全绳上使用，应挂在连接环上使用。

4. 安全带上的各种部件不得任意拆除。更换新绳时要注意加绳套。

5. 安全带使用两年后，按批量购入情况，抽验一次。围杆带做静负荷试验，以2 206 N拉力拉伸5 mm，如无破断方可继续使用。悬挂安全带冲击试验时，以80 kg重量做自由坠落试验，若不破断，该批安全带可继续使用。对抽试过的样带，必须更换安全绳后才能继续使用。

6. 使用频繁的绳，要经常进行外观检查，发现异常时，应立即更换新绳。带子使用期为3～5年，发现异常应提前报废。

anquanwang
【安全网】 安全网是应用于高处作业场所边侧立装和下方平张的防坠落用品，用以挡住人和物坠落，使操作人避免或减轻伤害。安全网是一种集体防护用品。

它适用于多种高处作业，如高层建筑、造船修船、桥梁建造、水上装卸、大型设备安装及其他高空、高架作业场所，按其安装形式和使用目的分立网和平网两类。安全网一般由网体、边绳、系绳及试验绳等组成。

安全网的性能标准 根据中华人民共和国GB5725—85《安全网》规定：

1. 网目：边长不得大于10 cm，形状可制成菱形或方形。菱形网目的对角线应与对应的网边平行，方形网目的对角线或边，应与对应的网边平行。

2. 网的边绳和系绳的直径，至少为网绳的二倍，但不得小于7 mm。网绳的直径和断裂强力应根据安全网的材料、结构形式、网目大小等因素合理选用，断裂弹力一般宜为1 470.9 N。边绳与网体连接及网上的所有绳结和节点必须牢固。

3. 筋绳分布必须合理，相邻两根筋绳的最小距离不得小于30 cm。每根筋绳的断裂强力不得大于2 941.8 N。边绳与网体连接及网上的所有绳结和节点必须牢固。

4. 安全网在承受100 kg，底面积2 800 cm^2的模拟人形砂包冲击后，网绳、边绳、系绳都不允许断裂(允许筋绳断裂)。各类安全网的冲击试验高度为：平网10 m；立网2 m。

5. 同一张网上的所有绳(线)必须用同一种材料，其干态与湿态强力比，不得小于75%。

6. 必须用网绳制作试验绳(作为一张完整安全网的组成部分)，每张网的试验绳不少于8根，每根不短于1.5 m，绳端涂永久性颜色20 cm以上作为标志。试验绳应松弛地穿过网目，连接在边绳上。

立网 用于高处作业场所边侧垂直水平面防护，以防止人和物体坠落。

GB5725—85规定，立网的高度不得小于1.2 m(它的依据是按人体的标准身高，男性170.3 cm，女性159 cm的站立重心确定的)。系绳及边绳断裂强力不得低于2 941.8 N。市场上常见的这类网的规格，有1.5 m×6 m、2 m×6 m和2 m×4 m，网目有10 cm×10 cm、9 cm×9 cm、8 cm×8 cm，边绳结构有17×4股

(锦纶线)、3×4股(维纶纱),网绳结构有6×4股(锦纶线)和3股维纶纱,其捻股直径大小不一。制作的材料有锦纶、维纶、丙纶、乙纶、涤纶等,品种越来越多。立网标志用字母L表示,如:安全网L—2×6表示高2 m、长6 m的立网。

平网 用于高处作业场所下方平张安装(不垂直水平面),以挡住人和物体坠落。

GB5725—85标准规定,其宽度不得小于3 m,凡设有筋绳的平网,筋绳的断裂力不得大于2 941.8 N,筋绳与筋绳平行间隔不得小于30 cm。其边绳及系绳断裂力不得低于7 354.5 N。平网必须具有缓冲性能,按GB5726—85《安全网力学性能试验方法》规定进行试验,当吸收了5 883.6 J能量时,网上的最大负荷不得超过8 825.4 N,最大的延伸量不超过1.5 m。

平网标志用字母P表示,如:安全网P—4×6表示宽4 m、长6 m的平网。

安全网的使用与养护

1. 必须严格根据使用目的选择网的类型,根据负载高度选择平网的宽度。立网不能代替平网。新网必须有产品质量检验合格证,旧网必须有允许使用的证明书(或试验记录)。

2. 安装前必须对网及支撑物(架)进行检查,确认无误时方可安装。检查内容为:①网的标牌,应与自己所选用的网相符;②网的外观质量应无任何影响使用的疵病;③支撑物(架)应有足够的强度、刚性和稳定性,且系网处无撑角及锐角边缘。

3. 安装时,在每个系结点上,边绳应与支撑物(架)靠紧,并用一根独立的系绳连接。系结点沿网边均匀分布,其距离不得大于75 cm,系结应符合打结方便、联结牢固而又容易解开,受力后不会散脱的原则。有筋网安装时,也必须把筋绳连接在支撑物(架)上。多张网连接使用时,相邻部分应靠紧或重叠。连接绳材料与网相同,强力不得低于其网绳强力。当在输电线路附近安装网时,必须预先请示有关部门,并采取适当的防触电措施。

4. 安装平网时,安装平面应与水平面平行或外高里低,一般以15°为宜。网的负载高度一般不超过6 m(含6 m);因施工需要,允许超过6 m,但最大不得超过10 m,并必须附加钢丝绳缓冲等安全措施。负载高度5 m(含5 m)以下时,网应最少伸出建筑物(或最边缘作业点)2.5 m。负载高度5 m以上至10 m时,应最小伸出3 m。安网时不宜崩紧,如宽度3 m和4 m的网,安装后,其宽度水平投影分别为2.5 m和3.5 m。网与其下方物体表面的最小距离不得小于3 m。

5. 安装立网时,安装平面应与水平面垂直;网平面与支撑作业人员平面边缘处的最大间隙不得超过10 cm。

6. 网安装后,必须经专人检查合格后方可使用。

7. 网使用时,应该避免发生下列现象:①把网拖过粗糙的表面或锐边;②在网内或网下无堆积物品;③人跳进网里或把物品投入网里;④大量火星落入网里;⑤网周围有严重的酸、碱烟雾。

8. 使用中的网,每星期至少进行一次定期检查,当受到较大冲击后,最好更换网或及时进行检查,检查内容为:①有无严重的变形和磨损;②有无断裂处;③有无霉变处;④连接部位是否松脱。

在确认无上述任何一项缺陷时,方可继续使用,否则应进行修理或更换。

9. 修网所用的材料、编结方法应与原网相同,修理后必须经专人检查合格,方可继续使用。

10. 必须经常清理网上的落物,保持网工作表面清洁。当网受到化学品的污染,或网绳嵌入粗砂粒及其他可能引起磨损的异物时,应进行清洗冲刷,洗后要自然干燥。

11. 必须保证试验绳始终穿在网上,网使用后,每隔3个月必须进行绳的强力试验。对于负载高度不超过6 m(含6 m)的,用湿干强力比小于1的绳(线)制成的网,当其试验绳的强力保持率与湿干强力比的乘积低于60%时,不能继续使用。

anquanjiang

【安全奖】 以职工遵守安全操作规程和车间、企业安全生产状况作为评奖指标的物质奖励,属于"单项奖"范畴。适用于企业安全生产过程中的关键问题或工作岗位,如电厂的发电、配电工人,煤矿的卷扬机司机或一般企业中的天车司机等。发电厂的发电、配电工人,在完成本职工作的情况下,未发生责任事故,可以按规定领取一定的奖金。其具体办法是以安全运转的时间长短,作为计算奖金的标准。如一年之中,安全运转的时间为1～5个月时,奖金为月标准工资的10%;安全运转的时间为6～8个月时,奖金标准为12%;安全运转的时间为9～11个月时,奖金标准为13%;如全年12个月均为安全运转时,均按15%计发奖金。其他企业规定的安全奖往往是在完成任务的条件下,不发生责任事故,就发给职工一定的安全奖。如铁路运输部门的火车司机,在做到列车安全正点的条件下,可以按规定领取一定的奖金。实行安全奖,必须在完成生产任务,达到质量标准的条件下,才能发奖,要避免工人只顾安全、完不成生产任务的现象。

anquan sebiao

【安全色标】 安全色标是特定的表达安全信息含义的颜色和标志。它以形象而醒目的信息语言向人们提供表达禁止、警告、指令、提示等安全信息。

安全色与安全标志是以防止灾害为指导思想而逐

渐形成的。对于它的研究,大约始于第二次世界大战期间,盟国的部队来自语言和文字都各不相通的国家,因此,对于那些在军事上和交通上必须注意的安全要求或指示,如"这里有危险""禁止入内""当心车辆"等无法用文字或标语来表达,这就出现了安全色标的最初概念。1942 年美国有名的颜料公司的菲巴比林氏统一制定了一种安全色的规则,虽未被美国国家标准协会(ASA)所采用,但广泛地为海军、杜邦公司和其他单位所应用。随着工业、交通业的发展,特别是第二次世界大战之后,一些工业发达的国家相继公布了本国的"安全色"和"安全标志"的国家标准。国际标准化组织(ISO)也在 1952 年设立了安全色标技术委员会(TC_{80}),专门研究安全色与安全标志。力图使安全色与安全标志在国际上统一。这个组织在 1964 年和 1967 年先后公布了《安全色标准》(ISO R408—64)和《安全标志的符号、尺寸和图形标准》(ISO R577—67)。以后又经过多次会议,讨论修改了所公布的两个标准。1978 年海牙会议上通过了修改稿,就是现在国际标准草案 3864·3 文件。

国际上安全色标保持一致是十分必要的。这样做可使各国人们具有共同的信息语言,以便在交往中注意安全,也能给对外贸易工作带来方便。

自从 ISO 公布了安全色标的国际标准草案之后,许多国家纷纷修改了本国的安全色标标准,以力求与国际标准统一,现在越来越多的国家采纳了国际标准草案中的三个基本内容,即:①都用红、蓝、黄、绿作为安全色;②基本上采用了国际标准草案规定的四种基本安全标志图形;③采纳了国际标准草案中制定的 19 个安全标志中的大部分。总之,各国的安全色标与国际标准正逐步取得一致。

中国也在 1982 年颁布了《安全色》(GB2893—82)和《安全标志》(GB2894—82)的国家标准,又在 1986 年公布了《安全色卡》(GB6527·1—86)以及《安全色使用导则》(GB6527·2—86)的国家标准。中国规定的安全色的颜色及其含义与国际标准草案中所规定的基本一致;安全标志的图形种类及其含义与国际标准草案中所规定的也基本一致。现把安全色与安全标志分述如下:

安全色 各种颜色具有各自的特性,它给人们的视觉和心理以刺激,从而给人们以不同的感受,如冷暖、进退、轻重、宁静与刺激、活泼与忧郁等各种心理效应。

安全色就是根据颜色给予人们不同的感受而确定的。由于安全色是表达"禁止""警告""指令"和"提示"等安全信息含义的颜色,所以要求容易辨认和引人注目。

中国《安全色》国家标准中采用了红、蓝、黄、绿四种颜色,其含义和用途如表 1 所示。

表 1 安全色的含义及用途

颜色	含义	用途举例
红色	禁止	禁止标志
	停止	停止信号:机器、车辆上的紧急停止手柄或按钮,以及禁止人们触动的部位红色也表示防火
蓝色	指令	指令标志:如必须佩戴个人防护用具
	必须遵守	道路上指引车辆和行人行驶方向的指令
黄色	警告	警告标志
		警戒标志:如厂内危险机器和坑池边周围的警戒线,行车道中线
	注意	机械上齿轮箱内部
		安全帽
绿色	提示	提示标志
	安全状态	车间内的安全通道
	通行	行人和车辆通行标志
		消防设备和其他安全防护设备的位置

注:1)蓝色只有与几何图形同时使用时,才表示指令;2)为了不与道路两旁绿色行道树相混淆,道路上的提示标志用蓝色。

这四种颜色有如下的特性:

红色。红色很是醒目,使人们在心理上会产生兴奋感和刺激性。红色光波较长,不易被尘雾所散射,在较远的地方也容易辨认,即红色的注目性非常高,视认性也很好,所以用其表示危险、禁止和紧急停止的信号。

蓝色。蓝色的注目性和视认性虽然都不太好,但与白色相配合使用效果不错,特别是在太阳光直射的情况下较明显。因而被选用为指令标志的颜色。

黄色。黄色对人眼能产生比红色为高的明度,黄色与黑色组成的条纹是视认性最高的色彩,特别能引起人们的注意,所以被选用为警告色。

绿色。绿色的视认性和注目性虽然都不高,但绿色是新鲜、年轻、青春的象征,具有和平、久远、生长、安全等心理效应,所以用绿色提示安全信息。

为使安全色更加醒目,使用对比色为其反衬色。对比色为黑白两种颜色。对于安全色来说,什么颜色的对比色用白色,什么颜色的对比色用黑色决定于该色的明度。两色明度差别越大越好。所以黄色的对比色用黑色,其他三种颜色的对比色用白色。

间隔条纹标示。用安全色和其对比色制成的间隔条纹标示,能显得更加清晰醒目。间隔的条纹标示有红色与白色相间隔的,黄色与黑色相间隔的,以及蓝色与白色相间隔的条纹。这些间隔条纹标示的含义和用途见表 2。

表 2　　间隔条纹标示的含义和用途

颜　色	含　义	用途举例
红色与白色	禁止越过	交通、公路上用的防护栏杆以及隔离墩
黄色与黑色	警告危险	工矿企业内部的防护栏杆
		铁路和公路交叉路口上的防护栏杆起重机吊钩、平板拖车排障器、低管道等方面
蓝色与白色	指标方向	交通指向导向标

安全色的使用范围和作用。根据 GB2893—82《安全色》规定,安全色适用于工矿企业、交通运输、建筑业以及仓库、医院、剧场等公共场所。但不包括灯光、荧光颜色和航空、航海、内河航运所用的颜色。

为了使人们对周围存在的不安全因素环境、设备引起注意,需要涂以醒目的安全色以提高人们对不安全因素的警惕是十分必要的。另外,统一使用安全色,能使人们在紧急情况下,借助于所熟悉的安全色含义,尽快识别危险部位,及时采取措施,提高自控能力,有助于防止事故的发生。但必须注意,安全色本身与安全标志一样,不能消除任何危险,也不能代替防范事故的其他措施。

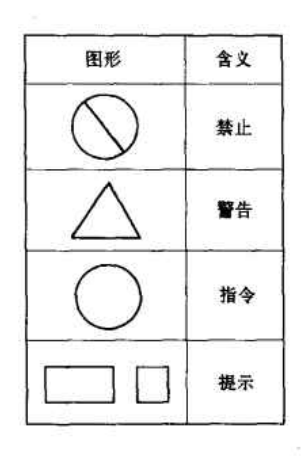
安全色和对比色的颜色范围。在使用安全色时,一定要严格执行 GB2893—82 中规定的安全色和对比色的颜色范围和亮度因数。因为只有合乎要求,才能便于人们能准确而迅速的辨认。在使用安全色的场所,照明光源应接近于天然昼光,其照度应不低于 TJ34—79《工业企业照明设计标准》的规定。

安全色涂料必须符合 GB6527 · 1—86《安全色卡》所规定的颜色。安全色卡具有最佳的颜色辨认率,即使在傍晚或普通的人造光源下也比较容易识别,所以能更好地提高人们对不安全因素的警惕。

在涂有安全色的部位,应经常保持清洁,如有变色、褪色等不符合安全色的颜色规定时,应及时重涂,以保证安全色的正确、醒目。半年至一年应检查一次。

安全标志　安全标志是由安全色、几何图形和图形符号所构成。其作用是要引起人们对不安全因素的注意,以达到预防事故发生的目的。因此要求安全标志含义简明、清晰易辨、引人注目。安全标志应尽量避免过多的文字说明,甚至不用文字说明,也能使人们一看就知道它所表达的信息含义。

安全标志分为四类:禁止标志、警告标志、指令标志和提示标志。这四类标志用四个不同的几何图形来表示。如下图所示。



几何图形的含义

1. "⊘"　带斜杠的圆环为禁止标志的几何图形。圆环与斜杠为红色,图形符号为黑色,其背景色为白色。

人们习惯用符号"×"表示禁止或不允许。但是,如果在圆环内画上"×"会使图像不清晰,影响视认效果。因此改用"\"即"×"的一半来表示"禁止"。这样做也与国际标准化组织的规定是一致的。

2. "△"　警告标志的几何图形是三角形。三角形的边框和图形符号为黑色,其背景色为有警告意义的黄色。三角形引人注目,即使光线不佳时也比圆形清楚。国际标准草案 3864 · 3 文件中也把三角形作为"警告标志"的几何图形。

3. "○"　指令标志的几何图形是圆形。其背景为具有指令含义的蓝色,图形符号为白色。标有"指令标志"的地方,就是要求人们到达这个地方,必须遵守"指令标志"的规定。例如进入施工工地,工地附近有"必须戴安全帽"的指令标志,则必须将安全帽戴上,否则就是违反了施工工地的安全规定。

4. "□"　提示标志的几何图形为长方形。其背景色为绿色,图形符号及文字为白色。长方形给人以安定感,另外提示标志也需要有足够的地方书写文字和画出箭头以提示必要的信息,所以用长方形是适宜的。

一般提示标志是指出安全通道和太平门的方向。例如在有危险的生产车间,当发生事故时,要求操作人员迅速从安全通道撤离,就需要在安全通道附近标上有指明安全通道方向的提示标志。

有时候,为了对某一种标志加以强调而增设补充标志。补充标志就是在安全标志的下方标有文字补充说明安全标志的含义。补充标志的文字可以横写,也可以竖写。一般来说,挂牌的补充标志用横写,用杆竖立在特定地方的补充标志,文字竖写在标志的立杆上。

各种补充标志的背景颜色、文字颜色、字体,补充标志放置的部位、形状与尺寸的规定等见表3。

表3 补充标志的有关规定

补充标志的写法	横 写	竖 写
背 景	禁止标志—红色 警告标志—白色 指令标志—蓝色	白 色
文字颜色	禁止标志—白色 警告标志—黑色 指令标志—白色	黑 色
字 体	粗等线体	粗等线体
部 位	在标志的下方,可与标志	在标志杆上部
形状、尺寸	相连,也可分开长方形	长500 mm

安全标志在使用场所和视距上必须保证人们可以清楚地识别。为此,安全标志应当设置在它所指示的目标物附近,使人们一眼就能识别出它所提供的信息。另外,安全标志应有充分的照明,为了保证能在黑暗地点或电源切断时也能看清标志,有些标志应带有应急照明电池或荧光。

laodong baohu

【劳动保护】 劳动保护是依靠技术进步和科学管理,采取技术措施和组织措施,来消除劳动过程中危及人身安全和健康的不良条件和行为,防止伤亡事故和职业病危害,保障劳动者在劳动过程中的安全和健康的一门综合性科学。

根据《中华人民共和国宪法》有关规定和"安全第一、预防为主"的方针,各级政府机关、经济管理部门、企事业单位及其管理人员,都必须采取各种组织措施和技术措施,为劳动者提供良好的安全生产环境和劳动生产条件,建立良好的生产秩序,尽量防止生产过程中存在的危险因素或致病因素而使劳动者受到人身伤害,以保障劳动者的利益,激发他们的劳动积极性和创造性,避免人力、财力和物力不应有的损失,保障社会主义现代化建设的顺利进行。

laodong baohu xuanchuan jiaoyu

【劳动保护宣传教育】 指对职工进行劳动保护的方针政策和专业安全卫生知识等方面的宣传教育。通过宣传教育,使职工熟悉和掌握劳动保护法规、制度和劳动安全卫生方面的技术知识,增强安全生产意识。劳动保护宣传教育的对象十分广泛。主要是广大职工及其家属、劳动保护管理干部。

大中型企业为了开展经常性的劳动保护宣传教育,设立了劳动保护教育室。主要任务是,采用各种各样生动活泼的形式,开展劳动保护宣传教育和培训活动,提高职工安全卫生技术知识水平、操作技能和纪律观念。一般设有:对职工进行电化教育、培训、考核用的宣传教育室;进行特殊工种教育用的模型教育室;进行事故实例教育和表彰先进用的展览室;作为技术测试及制订改进措施用的技术检测室等。

劳动保护教育制 我国企业为了增加职工安全卫生常识,提高其安全卫生操作技术水平,保证生产顺利进行而对职工进行教育和培训的制度。它是我国劳动安全卫生法规的重要内容,亦是企业劳动保护的一项基本制度。它包括生产安全卫生技术知识教育和遵守劳动安全卫生规章制度教育两个方面。其形式和方法为:①三级教育。指对新职工和改变工种的职工,进行有关劳动安全与卫生的入厂教育、车间教育和现场教育。②特殊工种的专门教育。即对从事电气、蒸汽锅炉、压力容器、起重、车辆、船舶、爆破、焊接等方面的操作、驾驶和从事瓦斯的检验等特殊工种工作的职工,所在单位对他们进行专门的安全卫生技术训练,获得操作合格证或驾驶执照以后,才准其独立操作。③经常性教育。指经常组织工程技术人员和管理人员学习劳动安全卫生法律、法规和规章;在采用新的生产方法、添置新的技术设备或制造新产品时,对工人进行新的操作方法的安全卫生技术教育;对安全卫生工作做得好的小组和个人予以表扬,对发生的事故要追究责任,并及时总结经验教训,以充实劳动安全卫生教育的内容。④负责人员教育。指对行政管理人员、技术人员等进行定期的安全卫生技术知识教育和考核。

laodong baohu cuoshi

【劳动保护措施】 劳动保护措施也称安全技术措施,是为研究解决生产中安全技术方面的问题而采取的措施,它针对生产劳动中的不安全因素,采取科学有效的技术措施予以控制和消除。其范围包括物理、化学、机械等不安全因素造成的突发性的人身伤亡事故。物理方面的不安全因素有:强磁、放射性、声、光引起的急性伤害;火焰、热液、热气等引起的灼伤;储电量引起的电击和伤害;以及锅炉、压力容器的爆炸事故等。化学方面的不安全因素有:火药、瓦斯、粉尘及化学物质的爆炸;石油化工产品的火灾;以及氰化物、一氧化碳、苯胺、汽油、沥青、强酸、强碱、磷、砷、汞、铅等物质引起的急性中毒。机械性的伤害有:机件转动和运行部件引起的绞、辗、冲压和工件引起的砸、割等伤害,以及物体打击、高空坠落伤害等。安全技术措施的内容主要包括:确定厂房、设备的合理布局,尤其是科学地规定防火、防爆的安全距离;选择安全无害的生产工艺,变危险、笨重的生产流程为安全、轻便;改造有事故隐患的设备;鉴定新产品是否符合安全要求,如电气产品是否有防触电的安全装置;设置防护装置、保险装置、信号系统等。以上是消除危险因素的基本措施。实现这些措施还应具备一定的手段。如预防性试验,它是及早发现机械强度不足,灵敏度不够,防爆性能不

良、电气绝缘不好等潜在危险的有效方法。检测技术是识别不安全因素，改造环境，防患于未然的科学手段。

1954年11月劳动部发出《关于厂矿企业编制安全技术劳动保护措施计划的通知》中，对编制技术的范围、职责、程序和经费等问题做了明确规定。1956年劳动部和全国总工会联合发布了《安全技术措施计划的项目总名称表》。劳动保护措施主要包括五个方面的内容。

安全技术 其中包括：

1. 机械、机床、提升设备、机车、拖拉机、农业机械及电气设备等转动部分的防护装置；在吊台、廊道上安设的防护装置及各种快速自动开关等。

2. 电刨、电锯、砂轮、剪床、冲床及锻压机器上的防护装置；有碎片、屑末、液体飞出及有裸露导电体等处所安设的防护装置。

3. 升降机和起重机械上的各种防护装置及保护装置（如安全卡、安全钩、安全门、过速限制器、越程限制器、过卷扬限制器、门电锁、安全手柄、安全制动器等）；桥式起重机设置固定的上下平台和梯子；升降机和起重机械为安全而进行的改装。

4. 锅炉、受压容器、压缩机械及各种有爆炸危险的机器设备的保险装置和信号装置（如安全阀、自动空转装置、水封安全器、水位表、压力计等）。

5. 各种联动机械和机器之间，工作场所的动力机械之间，建筑工地上、农业机器上为安全而设的信号装置，以及在操作过程中为安全而进行联系的各种信号装置。

6. 各种运转机械上的安全启动和迅速停车设备。

7. 为避免工作中发生危险而设置的自动加油装置。

8. 为安全而重新布置或改装机械和设备。

9. 电气设备安装防护性接地或接中性线的装置，以及其他防止触电的设施。

10. 为安全而安设低电压照明设备。

11. 在各种机床、机器旁，为减少危险和保证工人安全操作而安设的附属起重设备，以及用机械化操纵代替危险的手动操作等。

12. 在原有设备简陋、全部操作过程不能机械化的情况下，对个别繁重费力或危险的起重、搬运工作所采取的辅助机械化设施。

13. 为搬运工作的安全或保证液体的排除，而重铺或修理地面。

14. 在生产区域内危险处所设置的标志、信号和防护设施。

15. 在工人可能到达的洞、坑、沟、升降口、漏斗等处安设通道及便桥。

16. 在高空作业时，为避免铆钉、铁片、工具等坠落伤人而设置的工具箱及防护网。

工业卫生 其中包括：

1. 为保持空气清洁或使温湿度合乎劳动保护要求而安设的通风换气装置。

2. 为采用合理的自然通风和改善自然采光而开设天窗和侧窗；增设窗子的启闭和清洁擦拭装置。

3. 增强或合理安装车间、通道及厂院的人工照明。

4. 产生有害气体、粉尘或烟雾等生产过程的机械化、密闭化或空气净化设施。

5. 为消除粉尘及各种有害物质而设置的吸尘设备及防尘设施。

6. 防止辐射热危害的装置及隔热防暑设施。

7. 对有害健康工作的厂房或地点实行隔离的设施。

8. 为改善劳动条件而铺设各种垫板（如防潮的站足垫板等），在工作地点为孕妇所设的座位。

9. 在工作厂房或辅助房屋内，增设或者改善防寒取暖设施。

10. 为实行劳动保护而设置对原料或加工材料的消毒设备。

11. 为改善和保证供应职工在工作中的饮料而采取的设施（如配置清凉饮料或解毒饮料的设备；饮水清洁、消毒、保温的装置等）。

12. 为减轻或消除工作中的噪声及振动的设施。

辅助房屋及设置

1. 在有高温或粉尘的工作、脏污的工作和有害化学物品或毒物的工作中，为工人设置的淋浴设备和盥洗设备。

2. 增设或改善车间或车间附近的厕所。

3. 更衣室或存衣箱；工作服的洗涤、干燥或消毒设备。

4. 车间或工作场所的休息室、用膳室及食物加热设备。

5. 寒冷季节露天作业的取暖室。

6. 女工卫生室及其设备。

宣传教育

1. 购置或编印安全技术劳动保护的参考书、刊物、宣传画、标准、幻灯及电影片等。

2. 举行安全技术安全保护展览会、设立陈列室、教育室等。

3. 安全操作方法的教育训练及座谈会、报告会等。

4. 建立与贯彻有关安全生产规程制度的措施。

5. 安全技术劳动保护的研究与试验工作，及其所需的工具、仪器等。

关于安全技术措施及项目说明

1. 安全技术的措施与改进生产的措施应根据措

施的目的和效果加以划分。凡符合本名称表规定的项目,但从改进生产的观点来看,又是直接需要的措施(即为了合理安排生产而需要的措施),不得列为本名称表范围,而应列入生产技术财务计划中的其他有关计划。

2. 企业在新建、改建时,应将安全技术措施列入工程项目内,在投入生产前加以解决,由基本建设的经费开支。

3. 制造新机器设备时,必须包括该项机器设备的安全装置,由制造单位负责,不属于本名称表范围。

4. 企业采取新的技术措施或采用新设备时,其相应必须解决的安全技术措施,应视为该项技术组织措施不可缺少的组成部分,同时解决,不属于本名称表范围。

5. 本名称表第三部分"辅助房屋及设施"所规定的项目,应严格区别与集体福利事项,如公共食堂、公共浴室、托儿所、休养所等均不属于本名称表范围。

6. 个人防护用品及专用肥皂、药品、饮料等属于劳动保护的日常开支,按企业所定制度编入经费预算,不属于本名称表范围。安全技术所列各项设备的一般维护检修和燃料、电力消耗,应与企业中其他设备同样处理,亦不属于本名称表范围。

nüzhigong laodong baohu

【女职工劳动保护】 由于女职工有经期、孕期、产期和哺乳期的特殊生理特点,因此,在劳动中除了与男职工一样,需要安全与健康的保护外,还必须有适合其生理特点的特殊保护。中国是社会主义国家,党和国家政府历来十分重视保护女职工在生产过程中的安全与健康。早在 1925 年党的第二次全国劳动大会的《经济斗争的决议》中就要求:"甲、禁止妇女与不满 13 岁的儿童作有损健康之特殊困难与危险以及地穴下面的工作。乙、绝对不许怀孕与哺乳的妇女作夜工及特别强度的工作。丙、妇女在产前产后有 8 星期的休息,并照发工资。丁、怀孕及哺乳的妇女,于普遍规定的休息时间以外并须补充其哺乳小孩的时间。哺乳相隔的时间,每次不能超过 3 小时半以上,且每次哺乳不得少于半小时。"以后在三、四、五、六次劳动大会决议中,对女工劳动保护都提出要求,都把女工应受到特殊保护,女工与男工同工同酬等内容,列入了工人运动的斗争纲领,并在广大解放区逐步实行。

新中国成立以来,政府在女职工劳动保护方面作了一系列的规定和指示。1949 年 9 月中国人民政治协商会议通过的共同纲领中规定了"保护青工女工的特殊利益""……并注意保护母亲、婴儿和儿童的健康。"1950 年劳动部、卫生部、全国总工会和全国妇联,共同着手草拟了《女工保护条例(草案)》,并在 1952 年第二次全国劳动保护工作会议上提交讨论。1953 年国务院发布的《中华人民共和国劳动保险条例》对女工人、女职员的生育待遇做了明确规定。1956 年国务院全体会议第二十九次会议通过的《工厂安全卫生规程》对妇女卫生设施做了规定。1956 年劳动部发布的关于《装卸、搬运作业劳动条件的规定》中,对女工负重问题又作了明确规定。到了 1958 年,妇女参加社会主义建设的人数剧增,有些地区和部门的女职工劳动保护工作未能跟上,加上一些干部缺乏女职工劳动保护知识,对有些女工分配的工种不当,损坏了女工的身体健康,因此 1960 年劳动部、全国总工会、全国妇联党组向党中央写了"关于女工劳动保护的报告"。报告中提出,应把改进女工劳动条件的要求纳入技术革命规划,积极改变有损于女工和下一代安全健康的笨重的、有毒害的劳动条件和劳累的手工操作。对从事井下采掘、支柱等笨重体力劳动和接触特别有害于妇女生理机能的有毒物质的女工,应该坚决调整她们的工作,并做好解释工作。做到既保证她们的安全健康,又不损伤她们的积极性。报告中还提出,建立和健全女工在月经期、怀孕期、生育期、哺乳期的保护制度,为了保护妇女和胎儿的健康,防止因工流产等问题发生,应该把从事笨重劳动和经常登高、弯腰等工作的孕妇,暂时调做适合的工作,对从事长久站立、蹲坐、行走等工作的怀孕 7 个月以上的女工给予工间休息。有条件的还应该不让她们做夜班。对哺乳的女工,婴儿不到 1 周岁的,应在工作中给予一次或两次哺乳时间。每次哺乳时间均算工作时间。对妇女要定期进行健康检查,设置卫生室、淋浴等设备。党中央对报告进行了批示,并指出:"请你们注意并加强指导这项工作。"后来,不少厂矿企业根据这个报告的精神,制订了女职工劳动保护条例。

1979 年 9 月由卫生部、国家建委、国家计委、国家经委、国家劳动总局联合颁发了《工业企业设计卫生标准》,在标准的第四章中规定:最大班女工在 100 人以上的工业企业,应设女工卫生室,由等候间和处理间组成,等候间应设洗手设备及洗涤池。处理间内应设温水箱及冲洗器。洗涤池、温水箱、冲洗器按最大班女工数 100~200 名时设 1 具,人数每增加 200 名增设 1 具。最大班女工在 100 名以下至 40 名以上的工业企业,应设乳儿托儿所,其床位应按最大班女工人数的 10%~15% 计算。乳儿托儿所的位置应在女工较多的车间附近,但不得设在放散有害物质车间的下风侧,建筑物应保证有充足的日照和良好的通风,并应有户外活动场地。

1986 年 5 月卫生部、劳动人事部、全国总工会、全国妇联,又联合颁发《女职工保健工作暂行规定(试行草案)》,《规定》从医疗卫生保健角度对女职工经期、孕期、产期、哺乳期以及更年期都提出了具体要求。

1988 年 7 月 21 日,国务院发布了《女职工劳动保护规定》。该《规定》对女职工劳动保护作出了进一步明确的规定。本规定共 19 条,分别对经期、孕期、产期、哺乳期各个阶段的劳动保护作了规定。

经期:女职工在月经期间,所在单位不得安排其从事高空、低温、冷水和国家规定的第三级体力劳动强度的劳动。

孕期:女职工在怀孕期间,所在单位不得安排其从事国家规定的第三级体力劳动强度的劳动和孕期禁忌从事的劳动;不得在正常劳动日以外延长劳动时间,对不能胜任原劳动的,应当根据医务部门的证明,予以减轻劳动量或者安排其他劳动。

怀孕 7 个月以上(含 7 个月)的女职工,一般不得安排其从事夜班劳动,在劳动时间内应当安排一定的休息时间。

怀孕的女职工,在劳动时间内进行产前检查,应当算作劳动时间。

产期:女职工产假为 90 天,其中产前休假 15 天,难产的,增加产假 15 天。多胞胎生育的,每多生育 1 个婴儿,增加产假 15 天。

女职工怀孕不满 4 个月流产时,应当根据医务部门的意见。给予 15 天至 30 天的产假,怀孕满 4 个月以上流产时,给予 42 天产假,产假期间,工资照发。

哺乳期:有不满 1 周岁婴儿的女职工,其所在单位应当在每班劳动时间内给予其两次哺乳(含人工喂养)时间,每次 30 分钟。多胞胎生育的,每多哺乳 1 个婴儿,每次哺乳时间增加 30 分钟,女职工每班劳动时间内的每次哺乳时间,可以合并使用。哺乳时间和在本单位内哺乳往返途中的时间,算作劳动时间。

女职工在哺乳期内,所在单位不得安排其从国家规定的第三级体力劳动强度的劳动和哺乳期禁忌从事的劳动,不得延长其劳动时间,一般也不得安排其从事夜班劳动。

《规定》还对女职工在劳动、待遇和侵权申诉方面明确指出:“凡适合妇女从事劳动的单位,不得拒绝招收女职工”、“不得在女职工怀孕期、产期、哺乳期降低其基本工资,或者解除劳动合同。”

在侵权申诉方面,规定“女职工劳动保护的利益受到侵害时,有权向所在单位的主管部门或者当地劳动部门提出申诉。受理申诉的部门应当自收到申诉书之日起 30 日内作出处理决定;女职工对处理决定不服的,可以在收到处理决定书之日起 15 日内向人民法院起诉。”

《规定》还指出“各级劳动部门负责对本《规定》的执行进行检查”、“各级卫生部门和工会、妇联组织有权对本《规定》的执行进行监督。”

laodong baohuxue

【劳动保护学】 是劳动科学的一个分支。它是研究如何保护劳动者在劳动过程中的安全与健康的一门科学。它揭示劳动过程中安全和卫生的客观规律,为改善劳动条件,分别从时间、生理、工作场所诸角度保护劳动者的安全和健康,为预防工伤事故和职业病,建立健全劳动保护制度,提供理论依据。

劳动保护学的内容分为两部分:一部分是研究安全技术与劳动卫生等技术措施的,属于工程技术科学范畴;另一部分是研究安全制度、安全教育、安全检查等组织措施的,属于管理科学范畴。具体包括:①工作时间、休息时间和休假的理论和政策研究;②职业安全与卫生的理论、政策以及技术措施问题研究;③妇女劳动保护的理论、政策以及技术措施问题研究;④未成年工劳动保护的理论、政策研究等。随着社会的发展,劳动保护学的内容将日趋丰富和完善。

laodong baohu kexue yanjiu

【劳动保护科学研究】 改善劳动条件、减少伤亡事故和职业病,保护劳动者在生产过程中的安全与健康为宗旨的科学研究工作,属于社会公益性研究。

研究目的　探索工伤事故与职业危害的成因、机理、发展变化规律及其防护方法和控制手段,为生产实践提供科学、实用的技术途径和措施,为管理、决策提供经济上合理、技术上可行的科学依据。

研究对象　在生产过程中,由于劳动者、生产设备、生产工艺、原料、自然条件等各方面原因,产生的不安全行为、不安全因素和有害物质对劳动者构成潜在危险和危害,要从技术、管理等方面识别、评价,防止、减轻和消除上述危险。

研究内容　劳动保护科学是一门以自然科学为主体、与社会科学互相渗透、互相交叉的综合性边缘科学,在研究内容上主要有以下分支学科:

1. 劳动安全工程学。运用工程技术的原理和方法,防止生产过程中各类事故的发生,保障劳动者的安全。重点研究内容有机械安全技术、电气安全技术、起重运输安全技术、锅炉压力容器安全技术和建筑安全技术等。

2. 劳动卫生工程学。从工程技术角度,研究控制作业场所有毒有害物质危害的方法,以减少职业病的发生,保护劳动者的健康。主要研究工业防尘技术、工业防毒技术、噪声控制技术、物理危害因素防护技术和评价测试技术等。

3. 工业毒理学。它是毒理学在劳动保护科学中的具体应用,主要采用毒理学的方法研究作业场所中的有毒物料或产品对人体健康的影响。通过动物实验,研究工业毒物进入人体的途径,在机体内吸收、分布、转化和排泄的过程;对人体毒作用发生、发展和消

除的条件和机理；有无蓄积、致畸、致突变、致癌作用，确定产生急、慢性中毒作用的剂量限值，为制订劳动卫生标准和实行毒物分级提供依据。

4. 安全系统工程学。应用系统工程理论和系统分析方法，研究生产过程中各种事故发生的原因、方式和影响因素，以便选择、确定预防措施，提高系统的安全性，防止发生事故。目前采用的系统安全分析方法很多，但基本上可以分为两类：一类是在事故发生前采用顺序分析法由原因推倒结果；一类是在事故发生后用逆序分析法由结果追溯原因。

5. 安全人机工程学。以改善劳动条件，防止伤亡事故和职业病为目的的人机工程学研究。主要包括职业适应性的研究；人机界面安全性问题的研究；人的生理、心理素质与控制人为失误相互关系的研究；信号系统与辨识能力研究；照明条件与安全性关系的研究等。

6. 劳动生理学。研究人的生理特点与劳动条件间的相互关系。重点是人的负荷能力、耐受极限、体力劳动等级等方面的内容，对研究高原、野外作业人员以及女职工和未成年工的劳动保护问题具有重要意义，并可为制订有关工作时间和休假期限的标准或者规定，提供科学依据。

7. 劳动保护社会学。研究伤亡事故和职业病对社会造成的不良后果，消除上述后果及其影响的方法和对策，以及劳动保护工作在社会发展中的作用和地位。

8. 劳动保护经济学。主要研究劳动保护工作与经济发展之间的相互关系；劳动保护工作在促进行业发展中的作用；伤亡事故和职业病造成经济损失的情况及其统计计算方法；以及劳动保护投资及其经济效益等方面的内容。

9. 劳动保护教育学。主要研究对劳动保护监察人员、劳动保护科技人员、企业领导及劳动保护管理人员、特种作业人员和工人进行专业培训和安全教育的理论等。

10. 劳动保护法学。研究劳动保护法规体系、理论依据、司法制度、执法程序以及与国家有关的政策、法令之间的关系和协调一致性等问题。

发展趋势主要表现为四点：①综合性强、涉及范围广；②注重科学性、经济性和实际应用效果；③与先进技术的发展联系极为密切；④学科体系目前正逐步趋于完善。

从具体内容上看，在管理科学方面随着系统工程理论的不断完善，对大系统的宏观管理越来越受到重视。通过对各种职业危害因素和生产系统危险特性的分类、分级，以及对作业场所环境状况、设备条件、安全设施、管理水平的综合技术评价，将使人类对诸多职业危害因素和复杂的事故成因及其变化规律的认识逐步完成由未知到已知、由定性到定量的转化。计算机技术的普及和现代数学理论的引入，对事故预测理论的发展起了重要的作用，采用统计、综合分析事故资料与建立数学模型，模拟事故机理、成因和扩展状况相结合的手段，对于事故预测方法和控制技术的研究都具有重大意义。人机工程学在劳动保护领域的应用不但取得了显著的效果，而且形成了以职业适应性研究为重点的研究体系。目前在职业适应性研究上又形成了两个分支，一是以人的生理、心理素质条件为基础，研究职业选择与安全的关系；二是研究人体运动功能极限与失误行为控制的关系。

在应用技术方面发展更为迅速，许多研究领域从观念到内容均已更新。在事故控制技术方面，重点是与长周期定点监测、监控仪表连锁的预警、报警、控制、救助综合系统；安全型的生产设备和机械手、机器人等自动化操作设备；广泛采用高技术的复合型多功能安全装置等。在防止职业危害方面主要研究无毒害或低毒害的新材料、新产品、新工艺；高效率、低能耗的净化设备及材料；佩戴舒适、使用方便、防护可靠、价格低廉的新型个体防护用品。为了满足监察和管理工作的实际需要，对检测、检验仪器、检验仪器仪表的开发研究重点，主要是采用先进传感技术和电子技术的小型、快速、直读、多用并带有数据记录处理功能的现场检测仪器，以及特种防护用品的专用检验设备。

此外，劳动保护与社会发展的关系研究、劳动保护经济学研究、劳动保护情报信息的分析研究、劳动保护教育理论及其方法的研究，以及激光、微波等新型物理危害因素防护技术的研究等，也越来越受到劳动保护科学界的重视。

gaochu zuoye

【高处作业】 亦称高空作业，指在一定的高度有可能坠落的作业。我国劳动安全卫生法律制度规定，对从事高处作业的职工要采取劳动安全防护措施。从事高处作业的职工，符合规定者可以提前退休。为了有效地判断作业的高度，我国于 1983 年颁布了《高处作业分级》(GB3608－83)国家标准。按此标准，凡在坠落高度基准面2 m以上(含2 m)有可能坠落的高处进行作业，均称为高处作业。高处作业分为一般高处作业和特殊高处作业两种。

高处作业分级 高处作业共分为四个等级：①高处作业高度在2 m以上至5 m时，称为一级高处作业；②在5 m以上至15 m时，称为二级高处作业；③在15 m以上至30 m时，称为三级高处作业；④在30 m以上时，称为特级高处作业。其中，特殊高处作业分为以下八类：

①强风高处作业；②异温高处作业；③雪天高处作业；④雨天高处作业；⑤夜间高处作业；⑥带电高处作业；⑦悬空高处作业；⑧抢救高处作业。特殊高处作业以外的高处作业，为一般高处作业。

高处坠落 指作业人员在高处作业过程中由于操作失误或设施有缺陷而发生坠落的事故。在建筑安装或维修作业时,导致高处坠落的主要原因是,脚手架搭设不符合安全要求,梯子强度薄弱或支放不妥,作业人员操作失误或有高处作业禁忌证(如,高血压、心脏病、眩晕和突发性昏厥疾病)。

高处作业防护 指对高处作业人员采取的安全技术措施和个人防护措施。所谓安全技术措施,指通过机械化代替手工劳动,为工人创造一个良好的高处作业环境。例如,建筑安装行业需要特别注意脚手架的搭设和拆除。脚手架按构造形式,有多立杆式、框式、桥式、吊式、挂式、挑式、台式及登式等。搭设与拆除脚手架,必须严格遵守操作规程,佩戴劳动保护用品,要按规定设置安全网、护身栏,挡脚板以及防滑防雷等安全防护设施。使用金属脚手架还要认真遵守金属脚手架的防电避雷规定。高大架子和特殊架子要由技术部门拟出方案,经上级技术领导批准后方能实施。高度超过15 m的脚手架,还要经过正式计算设计,投入使用前要经过安全技术部门验收,使用中要经常进行检查和维修。拆除脚手架,是容易发生重大事故的作业。作业区周围应设围栏或警戒标志,并设专人看管。拆除顺序,应由上而下按层逐步地进行。所有与建筑物连接的设施要边拆边撤,不得一次取下,以免整个架子倒下。拆下的杆、板等材料,应向下传递或用绳吊下,不得往下投扔。所谓个人防护,指正确使用安全帽、安全带和安全网。安全帽、安全带和安全网等是高处作业个人防护的"三件宝"。正确使用"三件宝",能保障工人安全作业。

gongzuo shijian

【工作时间】 指劳动者依照法律规定进行劳动的时间,以工日或工时为计量单位。它是人类社会物质财富和精神财富的重要源泉。企业、事业、国家机关等基层单位的工人职员的工作时间。一般由劳动法律、法规或依据劳动法规订的劳动合同规定。工作时间制度,是劳动法的重要组成部分。其主要内容为:工作日长度、工作时间计算、加班加点(包括条件、待遇)、工作间歇以及两段工作时间之间的休息、休假办法等。法律规定的日工作时间,亦即工作日长度,为"标准工作时间"。超过时,视为加班或加点。不足时,称"非全工时"。目前,世界各国普遍实行每天8小时,每周工作40小时工作制。工业发达的国家多实行小时工资制,工作时间多短于8小时。工作时间的确定,是劳动者实现其劳动的一项必要条件,也是实现劳动保护和劳动者休息权的必要条件。随着国民经济的发展,我国政府采取逐步缩短工作时间的方针。1994年2月3日发布《国务院关于职工工作时间的规定》,从1994年3月1日起"国家实行职工每日工作8小时,平均每周工作44小时的工作制度"。1995年2月17日国务院第8次会议通过《国务院关于修改〈国务院关于职工工作时间的规定〉的决定》,从1995年5月1日起,实行"职工每日工作8小时,每周工作40小时"的工作制度,实行周六、周日的双休假制度。特别繁重或有害健康的工作实行缩短工作时间工作制度。

法定节日 法律规定的放假节日,一般亦指按照各国家、各民族的风俗习惯规定的年、节和纪念日。我国法定节日,根据《全国年节及纪念日放假的办法》规定:①属于全民的,有新年(1月1日放假)、春节(夏历正月初一日、初二日、初三日放假)、劳动节(5月1日、2日、3日放假)和国庆纪念日(10月1日、2日、3日放假),共计放假10日;②属于部分人民的节日,有妇女节(限于妇女,3月8日)、青年节(限于中等学校以上学生,5月4日)、儿童节(6月1日)和人民解放军建军纪念日(限于军队及军事机关,8月1日),享受假期者为半天或一天;③属于少数民族习惯假日,由各少数民族集居地区之地方人民政府,斟酌各该民族习惯,规定放假日期。凡属于全民的节日放假,如适逢公休日,顺延补假。部分人民的假日,如适逢公休日,则不补假。

laodong zhengyi chuli

【劳动争议处理】 对用人单位与劳动者在履行劳动合同中发生的劳动争议的处理,包括协商调解、仲裁、诉讼。

劳动争议处理机构 依法建立的处理劳动争议的组织。一般指劳动争议调解机构、劳动争议仲裁机构和人民法院。我国处理劳动争议的机构为:劳动争议调解委员会、劳动争议仲裁委员会、单位的主管机关、人民法院。按照《中华人民共和国企业劳动争议处理条例》(1993年7月6日国务院发布)规定,调解委员会设在企业,由职工代表、企业代表、企业工会代表组成,其办事机构设在企业工会委员会。劳动争议仲裁委员会一般设在市、市辖区、县,由劳动行政主管部门的代表、工会的代表、政府指定的经济综合管理部门的代表组成。劳动行政主管部门的劳动争议处理机构为其办事机构。人民法院作为国家的审判机关,只受理不服仲裁决定的劳动争议案件。

劳动争议处理机构所作的处理决定其效力不同。调解委员会在劳动争议双方当事人自愿的基础上进行调解,所达成的协议,要求当事人自觉履行,不具有法律约束力。仲裁委员会处理劳动争议提出的并发生法律效力的调解书和裁决书,如果一方当事人逾期不履行,那么另一方当事人可申请人民法院强制执行。人民法院对劳动争议的审理决定,是最终审理,当事人不得上诉,必须严格履行。倘若对法院决定有

疑义，只能根据诉讼法的规定，通过审判监督程序予以解决。

劳动争议仲裁委员会 以仲裁方式处理劳动争议的机构。一般由劳资（或劳动者与用人单位）双方代表加上中间一方的代表组成。中间一方代表，多由政府劳动部门派出，或由司法部门、社会公益代表担任。劳动争议仲裁委员会依法行使国家赋予的仲裁权，裁决的实施，以法院的司法权为后盾，仲裁委员会依法定程序处理劳动争议案件。其活动是一种仲裁诉讼活动。机构性质不同于国家行政机关，而是劳动行政部门的独特执法机关。

我国劳动争议仲裁委员会，按照《中华人民共和国企业劳动争议处理条例》（1993 年 7 月 6 日国务院发布）的规定，设在县、市、市辖区，负责处理本行政区域内发生的劳动争议。劳动争议仲裁委员会由劳动行政主管部门的代表、工会的代表、政府指定的经济综合管理部门的代表组成。主任由劳动行政主管部门的负责人担任。劳动行政主管部门的劳动争议处理机构为仲裁委员会的办事机构，负责办理仲裁委员会的日常事务。当事人向仲裁委员会申请仲裁，应当提交申诉书；仲裁庭经调解达成协议的，应当制作调解书；作出裁决后，应当制作裁决书，送达双方当事人。仲裁委员会受理的劳动争议，应当自组成仲裁庭之日起 60 日内结案；案情复杂需要延期的，经报仲裁委员会批准，可以适当延期，但是延长的期限不得超过 30 日。当事人对裁决不服的，可在收到裁决书之日起 15 日内向人民法院起诉。否则，仲裁裁决即发生法律效力。一方逾期不履行的，另一方当事人可以申请人民法院强制执行。

20 世纪 50 年代，曾在市设立劳动争议仲裁委员会。按照《市劳动争议仲裁委员会组织及工作规则》（1950 年 6 月 15 日劳动部发布），劳动争议仲裁委员会由劳动局长或副局长、市工商行政机关代表、市总工会代表、市工商联代表组成，必要时请与争议有关团体代表参加。劳动争议仲裁委员会受理劳动行政机关提请仲裁的案件和劳动争议当事人申请仲裁的案件。后因劳动争议处理法规停止实施而撤销。1987 年设立的劳动争议仲裁委员会，其组成已根据新的情况作了修订。

shi gu
【事故】 事故是指人们（个人或集体）在为实现有目的行动过程中，由不安全的动作或不安全的状态引起的、突然发生了与人的意愿相反而未预料的意外情况，使人遭受伤亡（包括急性中毒事故），致使人的行动暂时中断或永久性的中断，或者造成财产损毁的事件。

事故也就是事件。因为事故发生妨碍了人们要实现的目的，违反了人们的意愿。

事故包含人身伤害事故与财产损毁的设备事故。发生的每一件事故，其结果大致都有如下两种情况：

一种情况是人身受到伤害，或者人身没有受到伤害。

另一种是，由于发生爆炸、倒塌、火灾等事故，致使机械设备和物质遭到损失，或者物质没有受到损失。

对上述这两种事件，从本质上来看都属于事故，有的人身受到伤害，物质遭到损失；有的只是物质遭到损失，而人身没有受到伤害。人们把后一种情况，往往忽略，有的称为“未遂事故”、“好险事故”，这类事故发生的频度，要比前一种情况更多一些，实际发生的几率要大 8～32 倍。

在生产劳动过程中，是由人和机器设备、作业环境组成的一个整体，不论其中哪一方面出现失误和失控状态，都能导致事故发生。人的不安全动作，就是指人的不安全行为，造成事故的人为错误。不安全状态，是指能导致事故发生，具有潜在危险的物质条件，以及事故发生时的致富物或有害环境。为预防和消除事故，要采取相应的安全管理措施，从根本上解决和排除人的不安全行为和生产设备、劳动环境的不安全状态。

事故分类 世界各个国家对事故分类有各自不同的分类标准和调查处理办法。

中国和国际上现行通用的事故分类有：

1. 交通事故。国际通用简称为“肇事”。这类事故主要指发生在公路上的汽车、拖拉机、畜力车、人力车、自行车等机动和非机动车辆造成的事故。此类事故在中国由公安部交通管理部门管理和查处。

2. 航运事故。国际通用简称为“海事”或“海损”事故。此类事故主要指发生在海洋和内河航运中机动和非机动船舶造成的事故。此类事故在中国由交通部港监部门管理和查处。

3. 航空事故，又称为空难事故。国际通用简称为“失事”。这类事故在中国由中国民航局管理和查处。

4. 工伤事故，又称生产事故。此类事故至今在国际上还没有一个统一的简称规定。日本、美国称工伤事故、生产事故，有的国家称为工业事故、工作伤害、人身伤害、工作之中伤害事故。中国称为生产事故和工伤事故。

zhigong shangwang shigu
【职工伤亡事故】 职工伤亡事故是指企业职工在生产岗位上，从事生产劳动有关的工作中，发生的人身伤害事故、急性中毒事故。但是职工即使不是在生产劳动岗位上，而是出于企业设施不安全或劳动条件、作业环境不良而引起的人身伤害事故，也是属于工伤事故。例如某建筑施工单位的临时工程，工人

宿舍工棚搭设不好，安全防火管理不良，而造成工棚倒塌、火灾、煤气中毒等伤害事故，均属于工伤事故。

关于工伤，至今尚未有一个国际范围的定义。1962年第10届劳工统计人员国际会议所通过的决议，为了工伤统计资料，确定了新的基本标准，规定了死亡、永久性残废和临时性残废的国际定义。其定义如下：

1. 死亡事故：造成死亡。

2. 永久性残废事故：造成永久的体力或精神缺陷或损伤。

3. 临时性残疾：除事故发生的当天之外，事故造成一整天不能工作。

4. 其他情况：事故造成不能工作的时间，短于第3项所限定的期限，而又不涉及永久性残废的事故。

我国《企业职工伤亡事故报告和处理规定》中规定职工伤亡事故指职工在劳动过程中发生的人身伤害、急性中毒事故。职工在劳动过程中发生的人身伤害、急性中毒事故，是指职工在本岗位劳动，或虽不在本岗位劳动，但由于企业设备和设施不安全，劳动条件和作业环境不良，所发生的轻伤、重伤、死亡事故。

死亡事故 死亡事故指死亡1人的事故（包括急性中毒死亡）。在1960年3月9日原劳动部发布的《贯彻执行“工人职员伤亡事故报告规程”和试行新的伤亡事故报表通知中几个问题的说明》规定：先伤后死的事故，在负伤后1个月内死亡的事故，应作为死亡事故统计填报，如在上月报表已报出后死亡的，只在报表填报一次死亡事故，上月已报的负伤事故不再更正。如负伤者在1个月以后死亡的，就不再按伤亡事故填报统计。

在1987年2月1日，国家标准局批准公布的中华人民共和国国家标准《企业职工伤亡事故分类》中规定：死亡或永久性全失能伤害定为6000日。目前国际上，日本取7500日，美国取6000日。

重伤事故 重伤事故是指有重伤而无死亡的事故。中国现行的重伤事故标准范围，是执行1960年5月23日原劳动部发布试行的《关于重伤事故范围的意见》中的规定，凡有下列情形之一的，均作为重伤事故：

1. 经医生诊断成为残废或可能成为残废的；

2. 伤势严重，需要进行较大的手术才能挽救的；

3. 人体伤害部位严重烧伤、烫伤，或虽非要害部位，但烧伤、烫伤占全身面积1/3以上的；

4. 严重骨折（胸骨、肋骨、脊椎骨、锁骨、肩胛骨、腕骨、腿骨和脚骨等因受伤引起的骨折），严重脑震荡等；

5. 眼部受伤较剧有失明可能的；

6. 手部伤害：①大拇指轧断一节的；②食指、中指、无名指、小指任何一指轧断两节或任何两指各轧断一节的；③局部肌腮受伤甚剧，引起机能障碍，有不能自由伸屈残废可能的；

7. 脚部伤害：①脚趾轧断三个以上的；②局部肌腱受伤甚剧，引起机能障碍，有不能行走自如而致残可能的；

8. 内部伤害：内脏损伤、内部出血或伤及腹膜等；

9. 凡不在上述范围以内的伤害，经医师诊断后，认为受伤较重时，则可根据实际情况参考上述各点，由企业行政会同基层工会研究提出意见，报当地劳动部门审查确定。

上述规定的重伤范围存在一定问题，范围较宽，同属于重伤，伤害程度可能相差悬殊。为改变和解决这一问题，1986年5月31日国家标准局批准公布的《中华人民共和国工伤事故分类标准》中规定：重伤是指导致永久性部分失能或永久性全失能的伤害，累计损失工作日等于、超过105日的伤害定为重伤事故。

永久性部分失能伤害指造成身体某些器官损坏或功能损失的伤害。

永久性全失能伤害指除死亡之外，一次事故中，受伤者造成完全残废的伤害。

关于重伤事故，经医生诊断可能残废或完全残废的标准，在中华人民共和国劳动保险条例第三章第十二条乙款中规定，属于下列三种情况之一者即属残废：

1. 完全丧失劳动能力不能工作退职后，饮食起居需人扶助者；

2. 完全丧失劳动能力不能工作退职后，饮食起居不需人扶助者；

3. 部分丧失劳动能力尚能工作，但需减轻工作量或调换轻便工作者。

qingshang shigu

【轻伤事故】 是指伤害程度分类中只有轻伤的事故。中国现行规定的轻伤，是职工负伤后，需要歇工满1个工作日和超过1个工作日以上的失能伤害的事故。这是1956年3月25日国务院全体会议第29次会议通过发布的《工人职员伤亡事故报告规程》规定的。

为使国内伤害事故分类标准和国际分类标准靠近，1986年5月31日，由国家标准局批准发布的中华人民共和国国家标准（GB6441—6442—86）《企业职工伤亡事故分类》中规定，轻伤事故分类标准为：负伤者损失工作日1日而低于105日的暂时性失能伤害事故。这一规定标准从1987年开始实施。目前在国际上，美国、日本规定损失工作日数1天为轻伤事故。

由于对事故致因研究的重视，人们越来越认识到

轻伤事故在预防工作中的重要意义。因为事故发生包含着偶然性,事故发生可能造成轻伤,也可能造成重伤或死亡。从预防伤亡事故的定义来说,轻伤事故和重伤、死亡事故都应当重视。轻伤事故在伤亡事故中所占比例很大,人们把注意力放在重伤、死亡事故,而忽略对轻伤事故原因的分析和预防极为不妥。

所谓暂时性失能伤害,是指任何不导致永久性失能伤害,而只是造成受伤者暂时不能从事原有工作,或在原有岗位不能正常发挥作用的伤害。如:①丧失手指甲、脚趾甲;②丧失指尖部而没有牵连指骨;③皮肤损伤;④扭伤或挫伤,未引起永久性运动限制;⑤不会导致永久性损伤的骨折,或不影响伤害部位正常功能的骨折:如手指和足趾单纯性骨折。

feigongshang shigu
【非工伤事故】 非工伤事故是指发生的事故与企业生产和工作无关,不是由于企业设备、劳动条件和作业环境不良、企业管理不善的原因所造成的人身伤害事故。例如:企业的职工,受领导的指派去执行公务,在途中因乘坐的公共汽车发生交通肇事,致使本人造成伤害。因为事故致因,不是属于企业责任,而企业又无法采取防范措施,因此,这类事故是属于非工伤事故。至于对受伤害的职工,是否应按因公负伤享受劳动保险待遇问题,要按照劳动保险条例的规定执行。对工伤事故和非工伤事故的区别,只是为了确定职工伤亡事故统计范围而划定的界限,并不涉及劳动保险待遇问题。

zhongda shangwang shigu
【重大伤亡事故】 重大伤亡事故,根据1960年3月9日劳动部发布的"关于试行新的伤亡事故报表的通知中几个问题的说明"规定:凡一次死亡3人以上的事故为重大死亡事故,只要是由于生产或设备事故所引起的伤亡、不论是职工或职工以外人员(军工、民工、勤工俭学学生,劳改犯等)、集体所有制的企业人员,都应按规定上报。

1987年2月1日发布实施的《企业职工伤亡事故分类》国家标准中规定:一次死亡1~2人的事故为重大伤亡事故。

《中华人民共和国刑法》在第114条规定:"工厂、矿山、林场、建筑企业或者其他企业、事业单位的职工,由于不服管理,违反规章制度,或者强令工人违章冒险作业,因而发生重大伤亡事故,造成严重后果的,处3年以下有期徒刑或者拘役,情节特别恶劣的,处3年以上7年以下有期徒刑"。对《刑法》中第114条规定的"重大伤亡"事故掌握的标准是"重大伤亡,既包括重大的人身伤残,也包括人员死亡,是指死亡1人以上,或重伤3人以上的事故。所谓"严重后果",既包括重大伤亡,也包括重大的直接经济损失。重大的直接经济损失按人民币计,一般掌握在5万元以上。

zeren shigu
【责任事故】 指因有关人员的过失而造成的事故。

责任事故对其责任者区分为:其行为与事故的发生直接关系的人员,为直接责任者;在事故责任者中对事故的发生起主要作用的人员,为主要责任者;对事故的发生负有领导责任的人员,为领导责任者。

责任事故的直接责任者和主要责任者,其行为表现是:凡因违章指挥、违章作业、冒险作业、违反安全生产责任制和安全操作规程;违反劳动纪律,擅自开动机器设备,更改或拆除安全装置和设备而造成的事故,要追究其直接责任者和主要责任者的责任。

责任事故领导责任的行为表现是:有章不循,忽视安全工作,玩忽职守,工作不负责任,安全规章制度不健全,无章可循,不按规定对职工进行安全培训教育考核,设施不按规定检修,发现隐患不及时消除;劳动条件和劳动环境不安全,又不采取应有的措施,以致造成伤亡事故的,要追究有关领导者的责任。

责任事故,依照《刑法》第114条规定,按危害公共安全罪,追究其责任事故犯罪。构成犯罪具备两个方面特征:一是客观方面,犯罪人的行为必须造成严重后果。严重后果就是因违反安全规章制度等引起人身重大伤亡(死亡1人或一次重伤3人以上)的或使公私财产遭受重大经济损失(损失5万元以上)的后果,已构成重大责任事故罪。二是主观方面,由于犯罪人疏忽大意或过于自信造成的事故。

重大的责任事故,是直接起到破坏社会主义经济建设的成果,危害职工生命安全和正常工作,具有很大的社会危害性。对这种重大责任事故,如果不追究责任者的刑事责任,社会主义现代化建设就会受到影响。

有一些重大责任事故,是由于那些严重忽视工人安全健康的官僚主义者工作不负责任,玩忽职守而造成。对这些重大伤亡事故和财产损失的责任者,要依照《刑法》第187条规定,追究渎职罪。

非责任事故 是指因自然界的因素和技术上的因素所引起的事故。

1. 自然事故,又称为灾害事故。是出于人力所不能预见或不能控制的自然条件发生变化而不可抗拒所引起的灾害事故。如地震、龙卷风、大雨、冰雹、山洪暴发等引起的灾害事故。

2. 技术事故。是指在进行技术改造、发明创造、科学试验活动中,由于技术条件限制或设备条件问题,人们既无法预测,又不能控制而造成的事故。

上述这两种事故,在主观上和客观上都不具备责任事故的特征,不能按责任事故来追究事故责任者,只能从中吸取教训,开展科学普及,提高科学技术条件,

预测和预防事故，把事故造成的损失和后果减少到最低限度。

shangwang shigu leibie

【伤亡事故类别】 按事故伤害原因对职工死亡事故的分类。根据1965年劳动部颁布的《关于"事故类别"的说明》规定，事故类别共分20种：①物体打击（指落物、滚石、碎裂、崩块、砸伤等伤害，不包括因爆炸而引起的物体打击）；②车辆伤害（包括挤、压、撞、倾覆等）；③机器工具伤害（包括绞、辗、碰、割、刺等）；④起重伤害（指起重设备或操作过程中所引起的伤害）；⑤触电（包括雷击）；⑥淹溺，⑦灼烫；⑧火灾；⑨刺割（指机器工具伤害以外的刺割，如钉子刺脚、尖刀物划破等）；⑩高处坠落（包括从架子上、屋顶上以及从平地上坠入内等）；⑪坍塌（包括建筑物、堆置物倒塌和土石塌方等）；⑫冒顶片帮；⑬透水；⑭放炮；⑮火药爆炸（指生产、运输、贮藏过程中发生的爆炸）；⑯瓦斯爆炸（包括煤尘爆炸）；⑰锅炉和受压容器爆炸；⑱其他爆炸（包括化学物爆炸、炉膛、钢水包爆炸等）；⑲中毒和窒息（煤气、油气、沥青、化学、一氧化碳中毒）；⑳其他伤害（扭伤、跌伤、冻伤、野兽咬伤等）。

shigu jiuhu

【事故救护】 工矿企业发生各类重大事故后，如何针对不同类型的事故，采取有效的救护措施和应急措施，这对于避免潜在危险在抢救过程中再次发生事故，尽可能减少事故造成的损失，防止事态发展极为重要。

事故救护的主要措施包括：事故报告、警报系统、抢救和医疗组织、生产要害部门的抢险、保卫、恢复生产等方面。

事故抢救和现场保护：事故发生后，负伤者或最先发现的人，要立即向企业单位领导报告，企业领导要及时组织抢救受伤人员并保护现场。死亡事故的现场，必须经当地劳动部门、工会等有关部门共同勘察之后，方可进行清理。如因抢救受伤人员等，必须移动现场物件时，应当进行拍照、做出标志或绘制出事故现场图示，为事故现场调查提供依据。

建立一支训练有素的抢救救护队、医疗组织队伍。尤其是在矿山井下、石油、化工企业中，安全部门要培训一支具有一定专业安全技术知识的救护队，熟知企业生产过程、线路和生产专业知识，一旦发生突然事件的警报发出后，迅速到达事故现场进行抢救。

shigu yinhuan

【事故隐患】 事故隐患是指导致未来发生事故可能性、具有潜在的事故危险性设备和环境方面存在的不安全状态。

为了预防未来发生事故，就要采取坚决有效的措施，从机械设备、作业现场、劳动环境，消除这种有潜在危险的事故隐患，这是保证安全生产的重要基础。

事故的发生，是由人的因素（人的不安全行为、人的失误）和物的因素（物的不安全状态或设备的缺陷）而引起的。在人与物两大系列中，人的失误和不安全行为又占事故的主要地位。虽然事故的发生完全来自机械和物质的危害，但机械是由人设计和操纵的，物也是由人支配的。如果排除机械设备或物的潜在危险隐患，再消除人为的失误，事故危险就能防止。

事故隐患的检查：为使检查真正做到发现问题和解决问题，需要按照系统工程的方法去进行检查，发现隐患。目前在厂矿企业采用的安全检查表，就是完成这一目标的重要手段。为系统地检查发现工厂、车间、工序或机器、设备、装置以及劳动环境、作业场所、操作管理和组织措施中的不安全因素、具有潜在危险的不安全状态，事先把检查对象加以剖析，把大系统分割成小的子系统，查出不安全因素所在，确定检查项目，按项目顺序逐一检查，避免漏检。检查要从设计上开始，设计中的事故隐患有材料性质与使用条件不符，使用条件设计、强度和安全系数计算上的错误以及结构上的缺陷，直到现场加工制造、使用过程中存在的隐患或可能产生的有潜在危险的不安全状态。

事故隐患的排除：对检查发现的事故隐患，要采取果断措施及时加以排除。企业中的机器、设备、装置，要加强安全管理，严格执行维修、保养和运行安全规章制度。机械系统随着使用时间的延续，部件产生磨损、腐蚀，使发生事故的可能性增大。特别是对易燃、易爆、易触电等有危险的设备和作业场所，对机器、设备、装置易损的零部件，按其规定使用期限，即使零部件没有发现明显变化，也要加以更换。加强对设备的维修保养，以保证设备完好和安全运行。

加强对作业场所和劳动环境的清理、整顿。对厂内、车间的成品、半成品、原料、材料以及切屑物的堆放，要加强管理，使其安全可靠，这也是消除事故隐患、预防事故发生的一个重要因素。

shigu tongji

【事故统计】 运用统计学原理对安全生产诸方面的数量进行统计、分析和研究，从数量方面反映安全生产状况。统计的范围和对象，是企业职工在生产工作过程中所发生的同生产工作有关的人身伤亡事故，或因设备不安全而引起的人身伤亡事故。伤亡事故统计的目的，是通过调查分析伤亡事故统计资料，全面及时准确地掌握伤亡事故的起数、人数、损失及原因，为领导机关了解安全生产情况，制定安全生产工作方针、政策，研究改善职工劳动条件提供可靠的数据资料。

伤亡事故统计包括：

1. 伤亡事故报告；
2. 伤亡事故调查；

3. 伤亡事故分析；

4. 伤亡事故统计计算方法；

5. 伤亡事故经济损失。

伤亡事故报告　企业发生伤亡事故后，负伤者或最先发现的人必须立即报告有关负责人，有关负责人应根据事故情况上报至厂（矿）长，并同时填写“职工伤亡事故登记表”。厂（矿）长接到重伤、死亡、重大、特大伤亡事故的报告后，必须立即将事故概况（即事故发生时间、地点、原因和伤亡人数），用电话、电报、电传等快速报告当地企业主管部门、安全主管部门和工会。当地企业主管部门、安全主管部门、工会接到重大、特大伤亡事故报告后，还需按系统逐级快速上报至国家安全主管部门、企业主管部和全国总工会。

跨省、自治区、直辖市的承包单位或流动性作业的企业发生伤亡事故，应立即报告给事故发生地的安全主管部门和企业所在地的安全主管部门及企业主管部门。企业主管部门和企业所在地的安全主管部门应负责统计上报，事故发生地的安全主管部门要立即协助调查处理。

企业发生重伤、死亡、重大、特大伤亡事故后，需认真填写“职工伤亡事故调查报告书”，分送企业主管部门和当地安全主管部门、工会。企业主管部门和当地安全主管部门接到死亡、重大、特大“职工伤亡事故调查报告书”后，还需及时按系统逐级上报至国家安全主管部门、企业主管部门和全国总工会。

企业在每月终了后 3 日内，要填写《企业职工伤亡事故月报表》及其文字说明，报送当地企业主管部门和安全主管部门。

当地企业主管部门和安全主管部门根据企业报来的《职工伤亡事故月报表》填写各自的《职工伤亡事故综合月报表》连同文字说明，逐级上报，直至企业主管部和省级安全主管部门。

省级安全主管部门和企业主管部、局、总公司应于每月终了后 15 日内填写各自的《职工伤亡事故综合月报表》报国家安全主管部门。

在伤亡事故发生后 1 个月内，如果有负伤人员死亡的，企业应立即向当地的主管部门和安全主管部门、工会补报。如企业主管部门和安全主管部门在报出《职工伤亡事故综合月报表》以后才收到上述补报资料，可以在报送年报表时予以补正。

伤亡事故调查　企业发生了职工重伤和死亡的事故后，必须进行调查分析，掌握真实材料。调查的内容包括：

1. 现场处理。即事故发生后应救护受伤害者，采取措施制止事故蔓延扩大；认真保护现场；为抢救受伤害者需要移动某些物体时，必须做好标志。

2. 物证搜集。对现场所有破损部件、碎片、残留物、致害物等，均应贴上标签，注明地点、时间和管理者，对这些物件应保持原样，不准冲洗擦拭；对有害健康的物品，应采取不损坏原始证据的安全防护措施。

3. 事故材料的搜集。即搜集与鉴别有关记录事故的材料，以及事故发生前后的有关事实。

4. 现场摄影。即显示残骸和受害者原始存息地的所有照片；可能被清除或被践踏的痕迹，事故现场全貌，进行摄影或录像，及提供较完善的信息内容。

5. 事故图。亦即事故现场示意图、流程图、受害者位置图等。

伤亡事故分析　对导致发生事故的主要原因和间接原因的分析。通过分析，找出事故主要原因和责任，从而采取针对性措施，以防止类似事故的发生。事故分析分三步进行：

1. 事故分析步骤。即整理、阅读调查材料，分析受害者的受伤部位、受伤性质、起因物、致害物、伤害方式、不安全状态、不安全行为，确定事故的直接原因、间接原因和责任者。

2. 事故原因分析。直接原因，即机械、物质或环境的不安全状态和人的不安全行为；间接原因，即技术和设计上有缺陷；缺乏或不懂安全操作技术知识；劳动组织不合理；对现场工作缺乏检查或指导错误；没有安全操作规程或规程不健全；没有或不认真实施事故防范措施；对事故隐患整改不力等。

3. 事故责任分析。从直接原因入手，逐步深入到间接原因，以掌握事故全部原因。再根据事故调查所确认的事实，确定事故的直接责任者和领导责任者，而后根据他们在事故发生过程中的作用，确定主要责任，最后根据事故后果和事故责任者应负的责任提出处理意见。

伤亡事故统计计算方法　伤亡事故统计计算有如下几种方法：

1. 千人死亡率：表示某时期内，平均每千名职工中因工伤事故造成的死亡人数。其计算公式：

$$千人死亡率 = 死亡人数/平均职工人数 \times 10^3$$

2. 千人重伤率：表示某时间内，平均每千名职工因工伤事故造成的重伤人数。其计算公式：

$$千人重伤率 = 重伤人数/平均职工人数 \times 10^3$$

3. 工伤事故严重率：表示某时期内，每人次受伤害的平均损失工作日数。其计算公式：

$$工伤事故严重率 = 总损失工作日/伤害人次$$

4. 工伤事故频率：表示某时期内，平均每千名职工中发生事故的次数。其计算公式：

$$工伤事故频率 = 事故次数/平均职工人数 \times 10^3$$

5. 百万吨死亡率：表示每生产一百万吨物质如煤、钢平均死亡人数。其计算公式：

$$百万吨死亡率 = 死亡人数/实际产量(吨) \times 10^6$$

伤亡事故经济损失　统计指企业职工在生产工作过程中发生的伤亡事故所引起的一切经济损失，包括直接经济损失和间接经济损失：

1. 直接经济损失。是指因事故造成人身伤亡及善后处理所支出的费用和毁坏财产的价值。其计算范围包括：

①医疗费用（含护理费用）；②丧葬费及抚恤费；③补助及救济费用；④歇工工资；⑤处理事故的事务性费用；⑥现场抢救费用；⑦清理现场费用；⑧事故罚款和赔偿费用；⑨固定资产损失价值；⑩流动资产损失价值。

2. 间接经济损失。是指因事故导致产值减少、资源破坏和受事故影响而造成其他损失的价值。其计算范围包括：①停产、减产损失价值；②工作损失价值；③资源损失价值；④处理环境污染的费用；⑤补充新职工的培训费用及其他损失费用。

qiye laodong baohu guanli

【企业劳动保护管理】　包括建立健全安全管理机构，执行安全法规，落实安全生产责任制，编制安全措施计划，安全教育培训，安全检查和伤亡事故的报告、分析、处理等方面的内容。厂矿企业是贯彻执行安全生产方针政策的基层单位，企业各级领导人员必须从组织上、制度上落实安全生产责任制，做到"管生产必须管安全"。在计划、布置、检查、总结、评比生产的同时，应同步计划、布置、检查、总结、评比安全工作。企业中的生产、技术、设计、财务、运输、供销等各有关专职机构，在各自业务范围内，对实现安全生产都应负一定的责任和制定具体的措施。

企业应根据实际情况和工作需要设置安全机构或专职人员。其责任是协助企业领导组织推动安全生产工作，贯彻执行安全生产法令、制度，汇总和审查安全技术措施计划，并且督促有关部门和人员切实按期完成；组织有关部门和生产车间制定、修改安全生产各项制度和安全技术操作规程，并对这些制度、规程的贯彻执行有权监督检查；经常深入现场进行安全卫生检查，发现危及人身安全的紧急情况，可先令其停止作业，然后立即报告领导处理解决；推广安全生产经验；对职工进行安全教育和组织专业技术培训。各级企业的主管部门也应建立安全生产专职管理机构。其主要责任是根据国家的方针政策提出本部门、本系统的安全生产计划和要求，并督促所属企业认真贯彻执行；组织研究处理安全方面的重大问题。

laodong fanghu yongpin

【劳动防护用品】　劳动防护用品是保护劳动者在劳动过程中安全和健康所必需的一种防御性装备，是减少伤亡事故和预防职业病的辅助措施。

劳动防护用品按照防护部位分为9类：

1. 安全帽。用以保护头部，防撞击、挤压伤害的护具。

2. 呼吸护具。用以防御尘毒等有害物质吸入呼吸器官、伤害人体的护具。

3. 眼面护具。用以保护眼面部，防止物理、化学等外来有害因素伤害眼睑的护具。

4. 听力护具。用以保护人耳，减少噪声对听觉及人体危害的护具。

5. 防护鞋。用以保护足部，防止各种有害物质和能量伤害足部的护具。

6. 防护服。用以保护人体，防止物理、化学和生物等有害因素伤害机体的服装。

7. 防护手套。用以保护手部，防止有害物质和能量伤害手部的护具。

8. 护肤用品。用于对外露皮肤的保护，防止有害物质对皮肤的污染。

9. 其他护品。有防坠落和其他伤害的防护用品。如安全带、安全网、绝缘板等。

劳动防护用品标准化　中国劳动防护用品标准化工作起步晚，标准数量少，影响了防护用品的更新换代和质量的提高。为了推动劳动防护用品标准化工作的发展，加快标准制订、修订速度，提高标准水平，劳动部按照《全国专业标准化技术委员会章程》于1987年成立了"全国劳动防护用品标准化技术委员会"。该技术委员会的主要职责范围，是负责开展生产过程中劳动者使用的个体防护装备、人群集体防护装备以及装备附带装置方面的标准化工作。技术委员会的主要任务是：

1. 在国家有关方针政策指导下，向主管部门提出劳动防护用品标准化工作方针、政策和技术措施的建议。

2. 按照加快采用国际标准和国外先进标准的要求，编制本专业标准化体系表，并据此提出国家标准、专业标准的规划和年度计划的建议。

3. 根据批准的年度计划，组织各劳动防护用品标准化分技术委员会开展本专业标准的制订、修订和科研等项工作，协助解决有关行政、技术业务问题。

4. 审查各分技术委员会报送的国家标准和专业标准征求意见稿和送审稿，提出审查结论并对标准涉及的技术问题负责。定期复查已发布的本专业国家标准和专业标准，提出修订、补充、废止或继续执行的意见。

5. 负责本专业的国家标准和专业标准的宣传、贯彻、解释工作，了解和收集对标准的反馈意见。担负本专业标准化技术咨询和推荐本专业标准成果的奖励项目。

6. 负责与ISO/Tc94及其SC对口的技术工作和日常联系。了解国际标准化动态，及时答复征来意见

的函件，积极参加它的有关活动。组织翻译、出版有关ISO标准，并研究提出能否采用的建议。

7. 受主管部门的委托，对本专业范围内引进技术和设备，以及国内新产品投产时的鉴定进行标准化审查。

8. 组织本专业标准化工作的宣传、普及、经验交流、学术活动以及与本专业标准化有关的其他活动。

劳动防护用品标准化技术委员会成立后，理顺了劳动防护用品标准系列，加快了标准制订、修订速度，已完成《安全帽》《安全鞋》《安全带》《安全网》《劳动防护用品选用规则》《防护手套》等70多项劳动防护用品国家标准的制订，提高了劳动防护用品质量。

劳动防护用品的质量监督与经营管理 为了加强对劳动防护用品的安全性能、质量的监督与管理，国家实行劳动防护用品产品生产许可证制度。目前对下列七类劳动防护用品发放生产许可证：

1. 头部防护类；
2. 呼吸器官防护类；
3. 眼、面防护类；
4. 听觉器官防护类；
5. 防护服装类；
6. 手、足防护类；
7. 防坠落类。

申请特种劳动防护用品生产许可证的审批工作，由生产许可证办公室办理，由劳动防护用品质量监督检验中心站进行检验。

特种劳动防护用品是保护劳动者在劳动过程中安全健康的必不可少的用品，有一定的供应对象和使用范围，绝大部分属集团购买商品，具有专业性强、质量要求严等特点。为了防止质量低劣的特种劳动防护用品进入市场，危及劳动者的安全和健康，以保障生产的安全进行，特种劳动防护用品实行定点经营。特种劳动防护用品定点经营单位必须具备下列条件：

1. 持有工商行政管理机关核发的营业执照。

2. 熟悉国家劳动保护法规、政策和有关发放标准以及规定。

3. 经销的特种劳动防护用品必须具有劳动防护用品检验机构颁发的《产品安全鉴定证》，对暂时还无国家标准的产品须有厂家检验合格证。

4. 熟悉特种劳动防护用品的商品知识，能为用户介绍商品性能、特点和使用常识。

5. 能制订一套切实可行的定期检查以及失效报废制度，并能为用户提供良好的售后服务。

劳动防护用品选用 劳动防护用品牵涉面很广，门类品种繁多，功能、技术要求、标准等级以及材料质量、使用条件等均较复杂。应按照作业类别和劳动防护用品适用条件进行配对选用，见下表。

劳动防护用品选用简表

作业类别	劳动防护用品种类
易燃易爆场所作业	棉布工作服、防静电服、防静电鞋
可燃性粉尘场所作业	棉布工作服、防尘口罩
高温作业	白帆布类隔热服、耐高温鞋 防强光、紫外线、红外线护目镜或面罩、安全帽
低温作业	防寒服、防寒手套、防寒鞋
低压带电作业	绝缘手套、绝缘鞋
高压带电作业	绝缘手套、绝缘鞋、安全帽
吸入性气相毒物作业	防毒口罩
吸入性气溶胶毒物作业	防毒口罩
沾染性毒物作业	防化学液眼镜、防毒口罩 防毒物渗透工作服 防毒物渗透手套、护发帽
生物性毒物作业	防毒口罩、防毒物渗透工作服 防毒物渗透手套、防伤害护目镜
腐蚀性作业	防化学液眼镜、防毒口罩 防酸(碱)服、耐酸(碱)手套 耐酸(碱)鞋、护发帽
脏污作业	防尘口罩、护发帽、一般性工作服
恶味作业	工作服、送风过滤式呼吸保护器
密闭场所作业	送风过滤式呼吸保护器
噪声作业	耳塞、耳罩
强光作业	防强光、紫外线、红外线护目镜或面罩
激光作业	防激光护目镜
荧光屏作业	荧光屏作业护目镜
微波作业	防微波护目镜、屏蔽服
射线作业	防射线护目镜、防射线服
高处作业	安全帽、安全带
有物体坠落、撞击作业	安全帽、防砸安全鞋
有碎屑飞溅的作业	防异物伤害护目镜、一般工作服
操纵转动机械	护发帽、防伤害护目镜、工作服
人工搬运	防滑手套、防滑工作鞋、防砸工作鞋
接触使用锋利器具	一般工作服、防割伤手套
地面存在尖利器物作业	防刺穿鞋
手持振动机械作业	减震手套
承受全身震动的作业	减震鞋
野外作业	防水工作服、防水鞋
水上作业	防滑工作鞋、救生衣
涉水作业	防水工作服、防水鞋
潜水作业	潜水服
地下挖掘作业	安全帽
车辆驾驶	一般性工作服、防强光护目镜

laodongweisheng gongchengjishu cuoshi zonghepingjia

【劳动卫生工程技术措施综合评价】

劳动卫生工程技术措施综合评价，是对于防止物理、化学、生物等因素的危害而开展的各项具体的行业性防尘毒等工程技术措施综合评价工作的统称。20世纪80年代以来，对于部分尘毒危害较严重的生产行业所进行的行业性综合评价，例如有：机械行业喷涂作业防毒工程技术措施综合评价、汞温度计生产防毒工程技术措施综合评价、滑石粉加工防尘工程综合评价、煤码头防尘工程技术措施综合评价、手持工具防震措施综合技术评价等等。这类围绕工业生产过程存在的职业危害进行的非卫生学评价，可统称为劳动卫生工程技术措施综合评价。

目的和意义 提高劳动卫生工作的科学管理水平，加强劳动卫生工程技术措施宏观指导与技术决策，明确劳动卫生监察重点和推进劳动卫生技术标准化工作，是开展劳动卫生工程技术措施综合评价工作的出发点和主要目的。

评价目标 基于上述目的意义，劳动卫生工程技术措施综合评价的具体目标，可以归结为以下几点：

1. 全面系统地掌握工业生产过程，重点危害行业的劳动卫生状况、危害程度及劳动卫生工程技术措施现状。

2. 按不同的生产工艺过程、不同类型的技术设备水平及生产规模的企业，选出符合国情，实际可行的劳动卫生工程技术措施和劳动条件改善对策。

3. 找出应加强技术监督检查的环节和问题，提出职业卫生监察的重点。为劳动保护科学管理，加强宏观控制指导、决策提供依据。

4. 为科研规划、选题以及为制定有关的法规、技术标准等，提供依据和奠定基础。

主要内容 评价所应包括的内容，应根据评价的目的和具体目标来确定。根据工作需要并从已开展的一些评价的经验来看，该类评价的主要内容应包括以下最基本的部分：

1. 国内外文献调研，包括：①与评价的对象有关的评价内容及方法；②所评价行业的劳动卫生工程技术措施状况及发展趋势。

2. 对评价行业的作业现场调研测定，其中包括：①行业规模、企业类型和生产工艺及主要工序、生产技术设备现状；②产生职业危害的原材料及中间产物；③形成主要危害的生产作业环节（车间、工序、工种）及危害程度；④行业职工总数、接触危害作业工人总数；⑤作业环境劳动卫生状况的测试；⑥行业的各类型劳动卫生工程技术措施调研及有关措施效果的测定；⑦劳动卫生工程技术措施管理状况的调研。

3. 确定综合评价的方法，包括：①评价依据的标准或制定评价参考标准；②建立定量分析模型及定性与定量结合的综合分析方法。

4. 对全行业的劳动卫生工程技术措施进行定量与定性综合分析，其中有：①生产工艺过程及污染源的分布；②各类型劳动卫生工程技术措施及国内外差距的比较与分析、世界最新技术和预测国内外发展趋势；③典型企业的劳动卫生状况和工程技术措施有关指标的比较；④按不同企业类型，提出劳动卫生工程技术措施优化方案和劳动条件改善对策。

5. 分析测试方法，具体是：①作业现场采样布点规范；②确定分析测试方法。

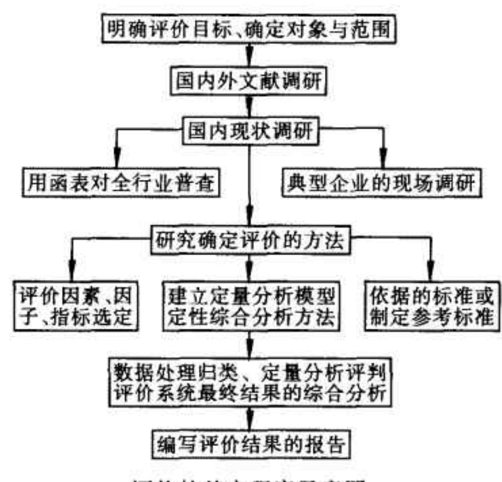
6. 劳动卫生工程技术措施的社会及经济效益分析。

评价特点 目前，国内开展的有关劳动卫生工程技术措施综合评价，都具有三个明显的特点：①行业性。即评价对象的范围，是某一类生产过程或生产企业，而不是限于研究某个或数个企业的问题。因此，要求研究结果要有代表性，应能满足对全行业宏观指导与决策的要求。②立足于中国现阶段工业生产发展水平（或经济状况），在劳动卫生工程技术措施现状以及发展趋势的基础上，强调按不同企业类型，综合优选出实际可行的工程技术措施和劳动条件改善对策。③多目标决策研究，影响因素多，定量分析指标繁杂，实际开展过程难度较大，但所取得的研究成果，具有多方面实用和参考价值。

评价基本程序 开展一项评价，通常在立题前应经过可行性初步论证。首先应明确评价的目的，确定评价目标和对象、范围。评价的目的、对象不同，评价的范围大小也不一样，由此所取得的评价精度也不同。一般评价立题时，对象宜具体不宜笼统，范围宜窄不宜宽。如此才便于尽可能采用定量或定性与定量相结合的分析方法，使研究能深入下去。

国内现状是评价成果的重要内容之一，也是进行分析评价的基本依据。其中，典型企业的现场调研和按科学规范方法测定，对获取相当数量的第一手资料极为重要。选择典型应十分重视其代表性。比如，生产规模、工艺技术及设备水平、劳动卫生状况差别、地理位置条件及区域分布等等。对于一项综合评价，在确定评价因素之后，其评价“因子”的选择也是十分重要的。在因子选择正确、满意的前提下，如果评价方法不合理，可以再重新建立一种评价方法，可以重新分析、判断和数据再处理，否则将出现总体结论的误差。评价的基本程序，可简要归结下图所示：

评价方法 从已开展的大多数该类评价看，其共性的方面，是普遍运用系统工程的理论和系统分析的方法，采用定量指标评判与定性综合分析相结合的综合评价方法。在实际评价中，有许多不同的定量分析



评价的基本程序示意图

评判方法，由简单到复杂，由单项到综合，一般有以下几种模式的定量方法：打分评价法；累计总分法；方案排队法；加权平均法；化多因素为单因素法；多目标决策法；特尔斐预测法；现状回顾性评价法；模糊协调决策模型评分法；矩阵评价法；层次分析法；模糊数学综合评判法等等。以上各种评价方法各有特点，需要根据评价系统本身的特点来选用不同的评价方法。

评价报告 编写评价报告，是将所研究的成果最终体现出来的一种形式。评价成果以文字报告形式出现，一般由"综合评价总报告"及若干"附件报告"组成。综合评价总报告，其主要内容应包括：行业概况、生产工艺过程、主要产品、原材料、行业职工人数、接触危害作业的职工人数、危害因素、实际危害程度、重点危害环节、劳动卫生工程技术措施现状、国内外差距、劳动卫生工程技术措施优选方案、发展趋势和综合措施、宏观对策、监察重点，以及需要进一步探讨的问题，等等。

zhiye weixian weihai chengdu fenji

【职业危险危害程度分级】 职业危险危害程度分级，即是将生产中发生事故的危险程度和承受职业危害程度分级，分等划级，以便明确重点，从而分清轻重缓急。它是劳动保护科学管理的一种方法，国外称之为A、B、C法。按其性质与内容，可分为危险程度分级和危害程度分级两大类别。本条目重点谈危险程度分级。

危险程度分级 按危险的性质及可能造成的后果的严重程度，把危险分等划级，叫做危险分级。所谓危险，是一种现存的或潜在的状态，出现时能引起事故或不幸。危险是安全的对立面。危险等级划分是安全评价的一个基本内容，国内外就此开展了许多研究工作，提出一些危险分级方法。

国外的危险分级方法 国外在危险分级的划分方法方面，概括起来主要有以下三类：①根据同系统或类似系统的以往事故经验教训，指定分类等级；②利用安全系数或安全阈值来评价危险性；③评价者根据过去的经验，按自己的见解，指定一系列数值尺度评价危险性。以下具体介绍国外几种危险分级方法：

1. 美国MIL-STD-882B标准。1963年美国空军制定了MIL-S-38310标准。后来，此标准被美国国防部采用，作为正式的军用安全标准，并经多次修改，于1984年3月，最后修改成"MIL-STD-882B系统安全程序要求"。该标准把危险性按危险严重程度划分为4个级别，又根据危险发生的概率把危险分为6个等级，如表1和表2所示。

表1 危险严重程度分级

分类	危险	设备损坏	人员伤害
Ⅳ级	安全的	无	无
Ⅲ级	临界的	少量的	无或有轻微可恢复性伤害
Ⅱ级	危急的	大量的	暂时性重伤或轻残
Ⅰ级	灾难的	系统损失	残废或死亡

表2 美国"MIL-STD-882B"按危险概率分级

登记	出现可能性	说明	发生情况
A级	经常	事故几乎经常出现	连续发生
B级	容易	在一个月中多次出现	经常发生
C级	偶然	在一个月中有时出现	有时发生
D级	很少	可假定不会发生	可能发生
E级	不易	出现的概率接近零	不易发生
F级	不可能	不可能出现	不可能发生

表1归纳了4种危险类别，表中区分了人员伤害和设备损坏(含环境危害)，但只要根据人员伤亡或者设备损坏中任何一项就可以确定危险级别。

2. 美国道化学公司的危险指数法。美国道化学公司于1964年颁布了危险指数法，它是根据化学工业的特点，以火灾、爆炸指数作为衡量化工厂危险的尺度。它把危险影响因素，诸如物质性质、工艺过程及设备情况等参数相关，然后求出火灾、爆炸指数。指数越大，其危险性也越大。数字的来源，不是采用理论的方法计算出来的，而是综合考虑物质的闪点、燃点、爆炸极限、安全性和使用条件等求得发生事故的危险性。

受美国道化学公司方法的影响，一些国家也提出类似的危险指数法，来评价工厂的危险度。如美国ICI公司蒙德分部提出的蒙德方法，就是道化学公司方法的进一步扩充与完善；日本劳动省于1976年公布的"化工厂六阶段安全评价法"，也是在美国道化学公司方法基础上的补充与发展。六阶段评价法的内容为：①资料准备和整理；②定性评价；③定量评价；④拟定安全措施；⑤由事故的情报资料进行再评价；⑥用事件

树分树(ETA)、故障树(FTA)再评价。在上述六阶段中的第三阶段即定量阶段,采用的就是一种危险指数评价方法,它主要考虑物质、容量、温度、压力和操作等五个方面,依此求出危险指数,并按指数大小将危险分类划级。

3. 风险概率评价法。1974 年美国原子能委员会提出风险概率评价法,该法应用系统工程分析方法,对已发生的事故与实验研究结果进行分析,同时设想各种可能发生的事故模型,用一套概率统计的方法(主要是判断树和故障树的方法)来评价各种可能的事故概率与大小,使核电站的安全分析定量化和系统化。

综上所述,可以看出:国外开发的危险评价方法都各有侧重,针对特定的评价对象,适合在一定的专业范围内使用。但这些方法存在如下共同缺陷:①仅能在一定限制条件下,对某些行业的特定对象进行一定程度的危险分级,因而具有较大的局限性,尚不能满足工业生产的普遍需要;②多数方法需要大量的基础数据,而这些数据在目前的技术条件下难以获得;③需要花费大量的人力、物力和资金,同时需借助计算机等手段方能进行。

国内的危险评价方法 中国从 20 世纪 80 年代初,开始从事危险评价的研究工作,如原国家机械委、化工部劳动保护科研所、冶金部安全环保研究院、广东省劳动保护科研所和上海交通大学等单位,都开展了危险分级和安全评价方法的研究工作。其中应用最广的方法是安全检查表评价法,其次还有系统综合评价法、模糊评价法和安全等级系数法等。

安全检查表评价法 安全检查表评价法主要是对安全管理系统进行综合评价。将安全管理内容分为领导安全态度、管理业务、安全教育、作业现场、安全技术等方面。然后将每一方面细分为具体的项目,并规定其检查标准,对应每一个项目标准,绘出等级分数,制成统一的安全检查考核评比表。使用该表进行安全评比时,只需按照表中项目和要求,对实际情况进行打分,最后综合得分就可对企业的安全状况进行评价。

安全系统综合评价法 安全系统综合评价,属多层次、多因素、多目标的复杂系统,为评价这样一个复杂系统的安全状况,采用定量的科学分析方法——系统工程,正是处理这一复杂系统的有效方法。安全系统综合评价方法,主要包括以下几个工作阶段:

1. 确定评价目标结构。根据安全系统的评价任务,明确评价内容和目标,根据内容和目标进行大量调查研究,汇集各方面的情况,综合分析,确定评价目标结构。

2. 确定评价指标体系。对评价目标结构中各因素进行量化,即制定评价指标体系,包括评价标准的规定、评价指标的定量、评价因素的双重分配以及评价等级的划分等内容。

3. 综合评价:应用系统工程中的评价决策方法,建立数学模型。并借助于计算机进行计算,得出评价结果。

4. 提出研究报告,写出总结,为领导部门提供决策依据。

安全系统动态模糊评价法 国内许多单位应用模糊数学结合实际生产情况,进行了研究。上海交通大学结合上钢十厂的情况,提出了安全系统动态评价模型。该模型认为影响系统安全状态的因素有人、物、环境、管理和人机工程等五个方面。而这五个方面的影响因素包括的下层影响因素分别为:

1. 人——性格素质、生理素质、生理节律、精神状态、历史情况;
2. 物——生产设备安全状况、能源结构、产品结构,工艺流程;
3. 环境——生产环境;
4. 管理——安全教育、安全生产网络、安全生产检查;
5. 人机工程——人机工程因素。

每一个方面的影响因素,又由一些更小的原因来决定。例如,人的性格素质包含的下一层因素就有扩散型、提前型、滞后型、集中型、分裂质型。又如生产环境因素,可包括温度、湿度、照明、噪声、通风、工作空间和疲劳等。通过这样将安全系统的影响因素一层一层地分析下去,将各种因素进行归类,就形成了多层次的体系结构。然后对最底层的评价因子进行量化。

评价因素的量化有两种情况:①直接定量;②间接定量。量化完成后,对各子系统进行模糊变换。通过对子系统间的不断地模糊变换,最后可得到对整个总系统的安全评价。

安全等级系数法 该法认为,一个企业的安全生产状况,应从它的安全工作情况和工伤事故情况两个方面综合考虑。安全工作情况由企业领导对安全生产的态度、安全部门的工作效能,以及人——机——环境等三方面的因素所决定;工伤事故情况是指影响工伤事故发生因素,如企业内各种因素包括环境因素、物的因素以及管理的因素等都影响企业工伤事故的发生。

将企业领导的安全态度、安全部门的工作效能,人——机——环境条件、年度工伤事故情况,各分成若干等级,然后根据一定的计算公式给定一些系数。对企业安全状况进行评价,这就叫做安全等级系数法。

由上述可以看出,国内开发的危险评价方法主要是基于总结过去的经验,在半定量的基础上,采用评分和指定系数的方法,对生产系统的安全状况进行数理评价或综合评价。这些方法可定性或半定量评价一个企业的过去危险状况,但对企业当前和未来的危险情

况作系统定量的分析和评价，尚不理想，需进一步开展研究工作。

危害程度分级是将职工承受的职业危害的轻重程度，按一定的标准进行排队分类。所谓危害即是指化学因素（尘、毒等）、物理因素（噪声、振动、温度、电磁和射线等）和生物因素（细菌、病毒和寄生虫等），其存在可能引起职业病。进行职业危害程度分级的目的在于：①便于衡量职工承受职业危害的变动情况，以利于宏观决策；②可以明确职业安全卫生监察和治理的重点，指导人们采取有效措施；③对于不同技术装备的大、中、小企业，可以在一定的时间内提出不同的要求，便于分类指导，避免一刀切，避免提出不切实际的要求。

中国自1983年以来，先后颁布了《体力劳动强度分级》《高温作业分级》《职业性接触毒物危害程度分级》和《生产性粉尘危害程度分级》等四项国家标准，这些职业危害程度分级标准，是劳动保护科学管理的依据。应该指出，职业危害程度分级标准同卫生标准是有区别的。分级标准是一种管理标准，是为促进企业劳动条件逐步达到卫生标准而制定的。而卫生标准是指所处的劳动环境或劳动条件一般不致造成职业病的标准，也可以说是一种理想劳动条件标准。这两种标准互相联系，但各有各的用途，不应混淆使用。

zhiye anquan weisheng santongshi

【职业安全卫生“三同时”】 职业安全卫生“三同时”原则，这是指一切生产性的基本建设和技术改造工程项目，必须符合国家的职业安全卫生方面的法规和标准。职业安全卫生技术措施及设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，以确保项目投产后符合职业安全卫生要求，保障劳动者在生产过程中的安全与健康。

职业安全卫生“三同时”是劳动保护工作中的一项带有根本性的工作，它体现了“安全第一、预防为主”的安全生产方针与“预防为主、防治结合”的职业病防治工作方针，使新建、改建、扩建企业不留事故“隐患”，这是有效控制伤亡事故和职业病发生的根本措施。

职业安全卫生“三同时”是随着中国经济建设的发展逐步形成的。1963年国务院曾明确指出，在新建、改建、扩建一切有硅尘作业的企业时，设计部门必须按《工业企业设计卫生标准》设计，不符合防尘要求的不准施工；施工中没有安装好防尘设备的不准移交；项目验收应有劳动部门参加，不符合安全卫生标准的，一律不准投产使用。1978—1983年，党中央、国务院多次要求建设项目的劳动保护设施要与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。1984年，国务院在《关于加强防尘防毒工作的决定》中又对“三同时”工作做出明确具体的规定。从此，“三同时”工作的重要性逐步被社会所承认，并纳入了各级有关部门的工作日程，各级劳动部门也相继开展了“三同时”审查验收工作。

1984年以来，北京、天津、上海、黑龙江和山东等20多个省市人民政府或劳动、卫生等部门，先后联合发布了劳动保护设施“三同时”的规定或管理办法。1988年劳动部颁发了《关于生产性建设工程项目职业安全卫生监察暂行规定》。同时，劳动部还组织冶金部、机电部、化工部、纺织部、铁道部、轻工部、国家建材局、中国有色金属总公司和中国石油化工总公司等部门制定本行业的职业安全卫生设计规定。这些规定为设计部门、建设部门、企业主管部门的管理工作和劳动部门的监察工作，提供了法律依据。

尤其是2002年5月1日实施的《职业病防治法》，以及于同年11月1日实施的《安全生产法》，都进一步明确规定了新建、扩建、改建建设项目和技术改造、技术引进项目（简称建设项目）的安全生产设施、职业病防护设施所需费用，应当纳入建设项目工程预算，并与主体工程同时设计，同时施工，同时投入生产和使用。

生产性工程项目的建设程序，大致可分为项目建议书、可行性研究、设计任务书、工程设计、施工安装和竣工验收等主要阶段。各个阶段中职业安全卫生工作的侧重点有所不同，在组织建设项目可行性论证时，应有职业安全卫生的论证内容，并将论证结果载入可行性论证文件，在编制和审批设计任务书时，应编制和审批职业安全卫生方面相应采取的措施及所需投资，并纳入投资控制数额内；在编制初步设计文件时，应同时编制“职业安全卫生专篇”；在施工中，应严格按施工图和设计要求同时施工，确保工程质量。在竣工验收中，应对职业安全卫生设施同时验收，没有达到安全卫生标准时不得投产使用。

在上述各阶段中，最重要的是在初步设计阶段要严格遵守现有的安全卫生法规和标准。初步设计是工程项目的灵魂，设计中要落实工艺流程、选定设备、提出投资总额。因而，它关系到企业的经济效益、社会效益和环境效益，必须通过“先进、经济、适用”的工程设计，为企业创造一个资源利用合理、技术工艺流程先进、生产组织管理科学、经济效果显著的物质条件，提供一个安全的、卫生的生产劳动环境。在初步设计中，要充分考虑到职业安全卫生的要求，合理解决工程项目中存在的不安全、不卫生问题，实现人、物、环境、管理四大要素的有机协调与制约。初步设计中应综合分析工程项目中涉及各专业的安全卫生问题，认真做好“职业安全卫生专篇”的编制工作。

“职业安全卫生专篇”应根据国家的安全卫生标准、规范和规程，采取技术措施，做到整体与专业的统一，全局与局部的统一。通过“专篇”，既要能看出工程设计中安全卫生措施全貌，对重要的安全卫生问题有定量的表述，又要能指导各专业的安全卫生设计，其

主要内容包括以下几个方面：

1. 设计依据。国家、地方政府和主管部门的有关规定；采用的主要技术规范、规程、标准和其他依据。

2. 工程概述。本工程设计所承担的任务及范围；工程性质、地理位置及特殊要求；改建、扩建前的职业安全与职业卫生概况；主要工艺、原料、半成品、成品、设备及主要危害概述。

3. 建筑物在场地的布置。根据场地自然条件中的气象、地质、雷电、暴雨、洪水、地震等情况，预测主要危险因素及防范措施；建厂的四邻情况对本厂的职业安全卫生的影响及防范措施，工厂总体布置中诸如用炉房、氧气站、乙炔站等及易燃易爆、有毒物品仓库，对全厂职业安全卫生的影响及防范措施，总体设计中建筑物的安全距离、采光、通风、日晒等情况，主要有害气体与主要风向的关系，辅助用室包括救护室、医疗室、浴室、更衣室、休息室、哺乳室、女工卫生室的设置情况。

4. 生产过程中职业危害因素的分析。生产过程中使用和产生的主要有毒有害物质，包括原料、材料、中间体、副产品、产品、有毒气体、粉尘等的种类名称和数量；生产过程中的高温、高压、易燃、易爆、辐射（电离、电磁）、振动、噪声等有害作业的生产部位、程度；生产过程中危险因素较大的设备的种类、型号、数量；可能受到职业危害的人数及受害程度。

5. 职业安全卫生设计中采用的主要防范措施。根据全面分析各种危害因素，确定工艺路线，选用设备，从生产、火灾危险性分类，设置泄压、防爆等安全设施和必要的检测、检验设施。按照爆炸和火灾危险场所的类别、等级、范围，选择电气设备、安全距离、防雷、防静电及防止误操作等设施，生产过程中采用自动控制和紧急停机的保护措施；危险性较大的生产过程，一旦发生事故和急性中毒的抢救、疏散方式及应急措施；说明生产中产生尘毒的设备（或工序）、尘毒的种类、尘毒的名称、危害情况及其治理方案；经常处于高温、高噪声、强振动工作环境所采用的降温、降噪及减振措施、防护设备性能及检测检验设施；改善繁重体力劳动强度方面的设施。

6. 预期效果及评价，对职业安全卫生方面存在的主要危害所采取的措施提出专题报告和综合评价。

7. 职业安全卫生机构设置及人员配备情况。职业安全卫生机构设置及人员配备应包括维修、保养、日常监测检验人员、劳动保护教育设施及人员。

8. 专用投资概算。主要生产环节职业安全卫生专项防范设施费用，检测装备和设施费用，安全教育装备和设施费用；事故应急措施费用。

各级行业管理部门负责在建设项目中实施职业安全卫生方面的“三同时”，其主要职责是：①在组织可行性论证时，应论证职业安全卫生内容，并将结果载入可行性论证文件中；②在编制或下达设计任务书时，应同时编制或下达职业安全卫生方面的内容和要求，并把所需投资纳入投资控制额内；③督促检查建设、设计、施工等单位执行国家有关规定；④及时通知安全生产监督管理部门与职业卫生监督管理部门参加可行性论证、初步设计审查和竣工验收等工作，并提供有关文件、资料；⑤负责将本部门建设项目的年度计划及时抄送同级安全生产监督管理部门与职业卫生监督管理部门。

建设单位对建设项目实施“三同时”负全面责任，其主要职责是：①在编制上报项目计划和财务计划时，应编制上报职业安全卫生方面相应的措施所需投资，并纳入计划；②引进技术、设备的原有职业安全卫生措施不得削减；③国内配套的措施，应保证建设项目投产后有良好的劳动条件；④向安全生产监督管理部门与职业卫生监督管理部门报送初步设计文件（包括“职业安全卫生专篇”）和有关的图纸资料；向设计、施工单位提出职业安全卫生方面的具体要求，并督促检查；调试、考核和评价职业安全卫生设施；⑤竣工验收时，应将试生产中职业安全卫生设施运行情况、措施效果、检测数据、存在问题及今后采取的措施，写出专题报告；⑥积极安排人力，物力、财力，整改验收中提出的改进意见，并将整改情况及时报告劳动部门。

设计单位对职业安全卫生设施的设计负责。其主要职责是：①在进行可行性论证时，对建设项目中的劳动条件做出论证；②在初步设计和施工设计中，严格遵守劳动保护法规和技术标准，落实完善职业安全卫生措施，编制“职业安全卫生专篇”。

施工单位对职业安全卫生设施的工程质量负责。其主要职责是：严格按施工图设计要求施工，确实做到职业安全卫生设施与主体工程同时完工。

各级安全生产监督管理部门与职业卫生监督管理部门代表国家，分别对建设项目职业安全卫生“三同时”的实施进行监察。其主要职责是：在工程项目的各个阶段，特别是在可行性论证、初步设计、竣工验收阶段，对有关安全卫生问题进行审查，并及时提出监察意见，即参加可行性论证会议，审查职业安全卫生论证内容，参加初步设计审查会议，审批初步设计文件和“职业安全卫生专篇”；参加竣工验收会议，审查职业安全卫生设施的实际效果，并批准项目投产使用；与项目的主管部门及建设、设计、施工等单位共同配合，保证“三同时”的实施。

zhiyexing jiechu duwu weihai chengdu fenji

【职业性接触毒物危害程度分级】 把化学物质在生产或使用中对职工产生损害的程度分等划级，叫做职业性接触毒物危害程度分级。在中国有毒作业甚多，其危害程度很不一样，要全面消除危害因素，需要花费很大的人力和物力，这是不现实的。劳动

保护管理与监察工作要分清主次,抓主要矛盾。因此,对毒害种类多、危害程度不一的有毒作业需要加以分级排队,按照轻重缓急的原则,对不同的职业危害,采取不同的措施。为了分级,就得有个标准。为此,1985年4月2日经国家标准局批准了《职业性接触毒物危害程度分级标准》(GB5044—85),该标准于1985年12月1日起在全国实施。

在选择分级指标时,首先要分清毒性和危害程度两个概念。毒性是指化学物质对人体产生有害作用的能力,通常指毒物本身而言;而危害程度指化学物质在生产和使用条件下产生损害的可能性。毒性与危害性有关,但概念不同。危害程度取决于作业中毒物的接触方式、接触时间、接触量和防护设备的良好程度等因素。所以在选择分级依据时,要更多地考虑能反映危害程度的指标。

根据国内接触毒物行业的实际危害,国家标准采用了急性危害的定量和定性指标。定量指标比较客观,容易掌握,而定性指标变异较大,易造成误差。根据人们对疾病结局的认识和目前已有资料的现实情况,国家标准选择了急性毒性、急性中毒发病状况、慢性中毒发病状况、慢性中毒后果、致癌性和最高容许浓度等6项指标作为分级依据。

表1　职业性接触毒物危害程度分级依据

指标		分级			
		Ⅰ(极度危害)	Ⅱ(高度危害)	Ⅲ(中度危害)	Ⅳ(轻度危害)
急性毒性	吸入 LC_{50} (mg/m^3)	<200	200—	2 000—	>20 000
	经皮 LD_{50} (mg/kg)	<100	100—	500—	>2 500
	经口 LD_{50} (mg/kg)	<25	25—	500—	>5 000
急性中毒发病状况		生产中易发生中毒后果严重	生产中可发生中毒预后良好	偶可发生中毒	迄今未见急性中毒,但有急性影响
慢性中毒发病状况		患病率高(>5%)	患病率较高(<5%)或症状发生率高(>20%)	偶有中毒病例发生或症状发病率较高(>10%)	无慢性中毒而有慢性影响
慢性中毒后果		脱离接触后,继续进展或不能治愈	脱离接触后,可基本治愈	脱离接触后,可恢复,不致严重后果	脱离接触后,自行恢复,无不良后果
致癌性		人体致癌物	可疑人体致癌物	实验动物致癌物	无致癌性
最高容许浓度 (mg/m^3)		<0.1	0.1—	1.0—	>10

国家标准将职业性接触毒物危害程度分为4级:Ⅰ级是极度危害;Ⅱ级是高度危害;Ⅲ级是中度危害;Ⅳ级是轻度危害。分级的依据见表1。为了便于使用,根据分级标准,将国内接触的56种常见毒物的危害程度作了分级,并列举有代表性的行业,见表2。

表2　职业性接触毒物危害程度分级及其行业举例

级别	毒物名称	行业举例
Ⅰ级	汞及其化合物	汞冶炼、汞齐法生产氯碱
	苯	含苯粘合剂的生产和使用(制皮鞋)
	砷及无机化合物*	砷矿开采和冶炼、含砷金属矿(铜、锡)的开采和冶炼
	氯乙烯	聚氯乙烯树脂生产
	铬酸盐、重铬酸盐	铬酸盐和重铬酸盐生产
	黄磷	黄磷生产
	铍及其化合物	铍冶炼、铍化合物制造
	对硫磷	生产及储运
	羰基镍	羰基镍制造
	八氟异丁烯	二氟一氯甲烷裂解及其残液处理
	氯甲醚	双氯甲醚、一氯甲醚生产、离子交换树脂制造
	锰及其无机化合物	锰矿开采和冶炼、锰铁和锰钢冶炼、高锰焊条制造
	氰化物	氰化纳制造、有机玻璃制造
Ⅱ级	三硝基甲苯	三硝基甲苯制造和军火加工生产
	铅及其化合物	铅的冶炼、蓄电池制造
	二硫化碳	二硫化碳制造、粘胶纤维制造
	氯	液氯烧碱生产、食盐电解
	丙烯腈	丙烯腈制造、聚丙烯腈制造
	四氯化碳	四氯化碳制造
	硫化氢	硫化染料制造
	甲醛	酚醛和尿醛树脂生产
	苯胺	苯胺生产
	氟化氢	电解铝、氢氟酸制造
	五氯酚及其钠盐	五氯酚、五氯酚钠生产
	镉及其化合物	镉冶炼、镉化合物生产
	敌百虫	敌百虫生产、储运
	氯丙烯	环氧氯丙烷制造、丙烯磺酸钠生产
	钒及其化合物	钒铁矿开采和冶炼
	溴甲烷	溴甲烷制造
	硫酸二甲酯	硫酸二甲酯的制造、储运
	金属镍	镍矿开采和冶炼
	甲苯二异氰酸酯	聚氨酯塑料生产
	环氧氯丙烷	环氧氯丙烷生产
	砷化氢	含砷有色金属矿冶炼
	敌敌畏	敌敌畏生产、储运
	光气	光气制造
	氯丁二烯	氯丁二烯制造、聚合

续表

级别	毒物名称	行业举例
	一氧化碳	煤气制造、高炉炼铁、炼焦
	硝基苯	硝基苯生产
Ⅲ级	苯乙烯	苯乙烯制造、玻璃钢制造
	甲醇	甲醇生产
	硝酸	硝酸制造、储运
	硫酸	硫酸制造、储运
	盐酸	盐酸制造、储运
	甲苯	甲苯制造
	二甲苯	喷漆
	三氯乙烯	三氯乙烯制造、清洗金属
	二甲基甲酰胺	二甲基甲酰胺制造、顺丁橡胶合成
	六氟丙烯	六氟丙烯制造
	苯酚	酚醛树脂生产、苯酚生产
	氮氧化物	硝酸制造
Ⅳ级	溶剂汽油	橡胶制品（轮胎、胶鞋等）生产
	丙酮	丙酮生产
	氢氧化钠	烧碱生产、造纸
	四氟乙烯氨	聚全氟乙烯生产、氨制造、氮肥生产

* 非致癌的无机砷化合物除外

当接触多种毒物时，以产生危害程度最大的毒物的级别为准。

应该指出，《职业性接触毒物危害程度分级》标准，在中国尚是首次制定推行，还有不完善之处，需要在实践中加以验证，并总结经验，以便进一步修改，使之更加完善。

shengchanxing fenchen zuoye weihai chengdu fenji

【生产性粉尘作业危害程度分级】 按几项指标把工人在劳动生产中承受的粉尘危害程度分等划级，叫做生产性粉尘作业危害程度分级。国家于1986年正式颁布了《生产性粉尘作业危害程度分级标准》（GB581—86）。该标准主要是以长期吸入生产性粉尘可引起肺组织纤维化病变作为依据加以制订，而危害程度分级主要是由生产性粉尘浓度超标倍数、游离二氧化硅含量和工人接尘时间肺总通气量三项指标来确定：

1. 生产性粉尘浓度超标倍数。众所周知，工作地点生产性粉尘浓度越高，对机体的危害程度也越大。因此，生产性粉尘浓度可作为一项危害程度的定量指标。鉴于厂矿企业的粉尘浓度的实测值差异范围很大，不便于表示。所以多采用粉尘浓度超标倍数表示。本标准是按生产性粉尘浓度超标倍数，划分为几个界限进行评级的，测尘的具体要求是：在正常生产状况下，在工作地点进行粉尘浓度测定，尽量做到有代表性。每个采样点的样品数不得少于5份，然后取其超标倍数的均值表示。本标准所使用的粉尘浓度均指质量浓度。

2. 粉尘中游离二氧化硅含量。全国接触粉尘作业的工人中，约有90%以上是接触矽尘作业的。而且在全部尘肺病人中，绝大部分是矽肺病人。可见，生产性粉尘中游离二氧化硅含量的高低，对矽肺的发生和发展起着重要作用。生产性粉尘中游离二氧化硅含量系指粉尘中含有结晶型游离二氧化硅的质量百分比。根据中国实际情况，国标将生产性粉尘中游离二氧化硅含量划分为4类：①游离二氧化硅粉尘含量≤10%；②游离二氧化硅粉尘含量>10%～40%；③游离二氧化硅粉尘含量>40%～70%；④游离二氧化硅粉尘含量>70%。

在分析游离二氧化硅的粉尘样品时，应收集工作地点工人呼吸带附近的浮游尘样品最为合理。但现行常规分析方法系焦磷酸重量法，要求采集的粉尘样品量较大（达500～1 000 mg）。在工作地点采集如此大量的悬浮尘样品，需用大量的采样器，人力和时间、工作量很大，很难推广。大量实验证明浮游尘的游离二氧化硅含量与沉积尘较接近，而与原粉尘样品相差较大。因此，国标规定以工作地点呼吸带附近的浮游尘或沉积尘样品进行游离二氧化硅含量分析，而不是取自原料尘或成品尘样品。工厂应连续收集3天的粉尘样品，混匀后进行分析测定，以均值表示。测定游离二氧化硅含量的分析方法是焦磷酸重量法，如采用X线衍射法或红外谱法，需与焦磷酸重量法进行核对。

3. 工人接尘时间肺总通气量在接触同一种性质的生产性粉尘行业中，由于工人所处的生产场所劳动强度和接尘作业的持续时间差异较大，因此，实际吸入肺内的粉尘量亦不同。考虑到国内生产方式的复杂情况，在进行危害程度分级时，将工人接尘工作时间肺总通气量作为一项定量指标。工人接尘时间肺总通气量系指工人在一个工作日的接尘时间内吸入含粉尘的空气总体积。至于进入呼吸道内各种粉尘的分散度、在呼吸道中阻留率以及机体清除功能等，这些虽是引起尘肺病的不可忽视的因素，但测定这些因素的方法较为复杂，不便于在实际工作中应用。

工人接尘时间肺总通气量系表示一个工作日内实际接尘作业时间，分别与其平均肺通气量乘积总和，也就是表示接尘工人在一个工作日内吸入含有生产性粉尘空气的总体积。可见工人接尘时间肺总通气量的测定，实际包括两项内容：①工人接尘时间的调查。每一接尘工种每天选择不少于2名有代表性的工人作为调查工时对象。自工人开始上班即跟随记录，直至

下班为止，按先后顺序记录每次劳动动作内容、工间休息及接尘情况。工作中短暂休息或动作变换所需时间不超过1分钟的可不予记录。每个测定对象应连续记录3天。②接尘时间肺总通气量的测定。根据工人接尘工时的调查结果，分别采集工人在接尘休息时间和从事各项接尘劳动活动时间的呼出气，测量各项呼出气体体积，同时记录采集气体的温度及当时大气压，然后换算成标准状态下干燥气体体积值。为了保证测试的准确性，每项动作的呼出气应选择有代表性工人8~12人。

国际仅测定各种接尘劳动及接尘休息时的呼气量，至于未接触粉尘作业的活动，不需测定。国际将工人接尘时间肺总通气量划分为三等：一等为等于或小于4 000升/日·人;二等为等于或小于6 000升/日·人;三等为大于6 000升/日·人。

根据上述的粉尘中游离二氧化硅含量和工人接尘时间肺总通气量这三项指标，《生产性粉尘作业危害程度分级》标准中，把接触生产性粉尘作为危害程度共分为0级、Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级和Ⅳ级共五个等级，具体下表所示。

生产性粉尘作业危害程度分级表

游离二氧化硅含量	接尘时间肺总通气量(升/日·人)	生产性粉尘浓度超标倍数							
		0	-1	-2	-4	-8	-16	-32	-64
≤10%	-4 000								
	-6 000								
	>6 000	0	Ⅰ		Ⅱ		Ⅲ		Ⅳ
>10%~40%	-4 000								
	-6 000								
	>6 000								
>40%~70%	-4 000								
	-6 000								
	>6 000								
>70%	-4 000								
	-6 000								
	>6 000								

需要指出，评价粉尘性质除游离二氧化硅外，还应考虑致癌性粉尘。凡具有人体致癌性粉尘，均应列为Ⅳ级危害。国标将石棉尘定为具有人体致癌性粉尘，列入游离二氧化硅大于70%一类，此外，对于放射性粉尘及能引起化学中毒的危害性粉尘应另做评价。

应该指出，进行粉尘危害程度分级是劳动保护管理的一种方法:《生产性粉尘作业危害程度分级标准》是劳动保护科学管理的依据。这一标准与卫生标准既有区别，又有联系。卫生标准指生产场所空气中，工人在生产性粉尘最高容许浓度下工作，不会引起致病损害，在进行卫生监督和工业企业设计时使用。中国目前能达到生产性粉尘卫生标准的企业是很少的。鉴于目前中国厂矿企业约70%~80%的粉尘作业场所粉尘浓度超过国家卫生标准，有些超过几倍甚至千倍。因此，如要在短时期内使粉尘作业场所达到卫生标准，全面清除粉尘危害因素，几乎是不可能的。为此，从国内实际情况出发，按各类粉尘实际危害情况，采用几项指标，综合起来进行分级排队，以便将超过国家卫生标准的生产性粉尘作业，分出轻重缓急，区别对待，抓住主要矛盾，采取相应的治理措施和其他政策性措施，这就是制定粉尘危害程度分级标准的目的所在。

tili laodong qiangdu fenji

【体力劳动强度分级】 体力劳动强度是指体力活动时施加于机体生理负荷量的大小。生理负荷量这一概念比较广泛，这里主要指心率加快，心输出血量增加，耗氧量增加，能量代谢增大等。因此，评定体力劳动强度大小，可采用劳动中的心率(次/分)，耗氧量(升/分)和能量消耗来表示。其中以能量消耗的方法分级体力劳动强度最为常用。因为从事体力劳动时必然伴有能量消耗(或称体力消耗)，劳动强度大，能量消耗多，反之则少。故体力劳动强度通常用总能量消耗或能量代谢率表示。总能量消耗值是指一个工作日内(8小时)能量消耗值;能代谢率是指单位时间内机体所消耗的能量，以每分钟每平方米表面积千卡值表示。

中国过去评价体力劳动强度大小主要凭经验，凭印象，仅以某一工种单项活动强度的印象而确定。认为重工业是重劳动，轻工业则劳动强度必然轻。实际上有许多所谓轻工业劳动并不轻，重工业劳动并不重。根据对国内20多个行业中200多个工种的调研测试，并对其结果进行回归统计分析，发现采用工作日内平均能量代谢和平均劳动时间率两项指标，较能正确地反映体力劳动强度的大小，用于评价轻、重工业的体力劳动强度也趋于合理。

通过大量的调查研究，制定了适合中国实际情况的《体力劳动强度分级》(GB3869—83)。该标准按劳动强度指数的大小，把体力劳动强度分为四级，即Ⅰ级为轻劳动;Ⅱ级为中等强度劳动;Ⅲ级为重强度劳动;Ⅳ级为"很重"强度劳动，如下表所示。

中国体力劳动强度分级

体力劳动强度级别	劳动强度指数
Ⅰ	<15
Ⅱ	~20
Ⅲ	~25
Ⅳ	>25

上表中的劳动强度指数包括两部分:一是平均劳

动时间率;二是平均能量代谢率。平均劳动时间率系指一个工作日内净劳动时间(除休息和工作中间持续1分钟以上的暂停时间外的全部活动时间)与工作日总时间之比,以百分率表示。平均能量代谢率系指将某工种一个劳动日内各种活动与休息加以归类,测定各类活动与休息的能量消耗值,并分别乘以从事各类活动与休息的总时间,合计求得全工作日总能量消耗,再除以工作日总时间,把上述平均劳动时间率与平均能量代谢率综合为一体,即劳动强度指数。

劳动强度指数计算公式如下:

$$I = 3T + 7M$$

式中 I——劳动强度指数;

T——劳动时间率;

M——8小时工作日能量代谢率。

标准中规定,测定能量代谢率采用肺通气量计算法。实践证明,人体能量消耗与耗氧量成正比关系,即能量消耗越大,机体耗氧量也越大。而机体耗氧量又与肺通气量成正比关系。

《体力劳动强度分级》国家标准,是由原劳动人事部提出的,于1984年经国家标准局作为标准而实施,它是一种劳动保护管理标准,为了解企业职工体力劳动强度现状,改善劳动条件,提供了科学依据,同时也为国民经济建设,如厂房采暖、防暑降温、通风等设计,提供了有价值的参数。

guoji laogong dahui

【国际劳工大会】 国际劳工组织成员国代表大会,是国际劳工组织的主要内部机构之一,国际劳工组织的权力机关。大会设有若干委员会,各委员会按《国际劳工大会议事规则》进行活动。大会的主要任务是:听取和讨论国际劳工局局长的工作报告;讨论、通过国际劳工公约和国际劳工组织建议书,并审查、了解这些公约和建议书在各国的推行和所起的实际作用的情况;审查、批准理事会提出的经费预算;对某些重大问题作出决议。

大会每年召开一次,由每个成员国派代表团出席。按照国际劳工组织章程规定,代表团由政府代表、工人和雇主代表各1人组成。每一代表团可以有顾问陪同。顾问中必须有一名妇女。大会应选举主席1人、副主席3人。副主席3人应分别为政府代表、工人代表和雇主代表。大会实行代表个人投票,不受国家约束。国际劳工大会自1919年11月21日在美国华盛顿举行第1届大会以来,到2002年已经举行了93届。中华人民共和国自1983年恢复与国际劳工组织的关系,并正式派出代表团出席了该年召开的第69届国际劳工大会。

guoji laogong zuzhi

【国际劳工组织】 国际劳工组织(简称ILO)是联合国机构中历史最悠久、地位十分重要的一个专门机构。该组织是根据《国际劳动宪章》(1919年6月28日签署的《凡尔赛和平条约》第13篇)于1919年6月正式宣布成立的通过缔结国际公约的方式从事制定国际劳动规范的国际性组织。国际劳工组织的主要任务是:进行调查研究,争取改善劳动条件,满足劳动者的要求;召开国际劳工大会,通过国际劳工公约和国际劳工组织建议书,并采取一定的监督措施,促使国际劳工公约发挥效力。

国际劳工组织经过了三个发展阶段:①1919—1939年,附属国际联盟。②1940—1945年,因为第二次世界大战(1939—1945年)爆发,国际联盟解体,作为独立的国际组织存在。总部由日内瓦迁至加拿大蒙特利尔。③从1946年至今,联合国成立后与其签订协议,成立联合国的专门机构。总部迁回日内瓦。

国际劳工组织的内部机构包括:①国际劳工大会;②理事会;③国际劳工局。国际劳工大会和国际劳工组织理事会都采用三位一体的原则组成。即由每一会员国的代表4人组成代表团。其中政府代表2人,工人代表和雇主代表各1人。工人代表和雇主代表由政府分别与其最有代表性的社会团体、产业团体协商选任。它不同于一般由会员国政府代表组成的其他国家组织或机构。国际劳工组织的附属机构有:国际劳动科学研究所、国际保障协会、国际高级职业技术培训中心等。此外,国际劳工组织还设有产业性、专门性和地区性委员会开展活动,如召开洲际劳动会议等。国际劳工组织现有会员国168个。

中国是国际劳工组织的创始会员国之一。1929年以后,国民党政府每年派遣安全代表团出席国际劳工大会。1944年,中国成为国际劳工组织的常任理事国。1949—1971年,台湾当局占据着我国在国际劳工组织的席位。1971年,国际劳工组织恢复了中华人民共和国政府的合法权利,并从1979年开始实施中国为“不活动会员国”的建议。1983年6月,中华人民共和国政府正式派出安全代表团出席第69届国际劳工大会,从而恢复了我国同国际劳工组织之间的关系。1985年,国际劳工组织设北京分局,负责与我国有关的政府机关、工会组织、企业团体、学术单位等进行联系;并实施技术合作计划,协助我国发展职业技术培训。

guoji laogong gongyue

【国际劳工公约】 国际劳工组织会员国缔结的公约,由国际劳工大会根据《国际劳工组织章程》及《国际劳工大会议事规则》规定的程序而制定。制定国际劳工公约是国际劳工组织最主要的任务。公约是国际条约的一种形式,制定国际劳工公约的主要依据:①1919年巴黎和平会议通过的“国际劳动宪章”

(1919年6月28日签署的《凡尔赛和平条约》第13编)的九项原则;②1944年第26届劳工大会通过的"费城宣言"的10项原则。

按照国际劳工组织的解释,公约是契约性条约和立法性条约的妥协产物。国际劳工公约经出席国际劳工大会代表三分之二多数通过,大会通过的国际劳工公约须送交会员国批准。通常在大会结束后一年内,会员国不论其政府代表在大会上是否投了赞成票都必须将公约提交国家权力机关(一般是国会,我国是全国人民代表大会及其常务委员会)。是否批准公约,由会员国自行定夺。但若公约获得正式批准,会员国向国际劳工局局长报告,同时即承担了在本国实施该公约各项条款的义务;如公约未获批准,则须把本国关于公约所涉及事项的法律和惯例的现状报告国际劳工局局长。国际劳工公约经正式批准的新公约取代之前一直有效。它一般没有期限,也不承认保留。但在特殊情况下,有的公约允许会员国在批准时做出声明,对该公约的某章或几章的规定暂时予以例外。考虑到大会"三位一体"的代表结构和代表个别投票的原则,国际劳工公约尊重会员国的主权,并非一经产生就对所有会员国有约束力,而只是要求会员国以批准这一形式来表示同意。

国际劳工组织通过专家委员会和大会公约委员会两个机构对会员国履行公约义务的一般情况进行监督检查。其方法和程序是:①由当事会员国提出实施公约措施的年度报告;②若某一会员国在其权限范围内不遵守已批准的公约,雇主或工人代表团体可向国际劳工局提出申诉,由理事会通知被申诉的政府,请其加以解释;③关于其他会员国不遵守公约的问题,会员国有权向国际劳工局提出控诉;理事会以为必要时可以组织一个调查委员会进行审议并提出报告书,国际劳工局局长应将报告书送交理事会和被控诉的各国政府;被控诉的国家政府可以接受报告书的建议,也可以向国际法院申诉。国际劳工局负责对国际劳工公约的内容进行解释,发生争议时委托国际法院作出决定。1919—2003年,国际劳工大会共通过了185个国际劳工公约。其内容涉及基本人权、就业、社会政策、劳动管理、劳资关系、劳动条件、社会保障、妇女和儿童及未成年工职业保护、老龄、特殊人员及特殊职业就业保护等各方面。这些公约对各国劳动立法标准化起了一定的作用。

在我国,旧中国政府已批准了第7号、11号、14号、15号、16号、19号、22号、23号、26号、27号、32号、45号、59号、80号国际劳工公约,中华人民共和国国务院于1984年5月30日予以承认。1987年9月,中华人民共和国第六届全国人民代表大会批准第159号国际劳工公约即《残疾人职业康复和就业公约》;1990年9月7日第七届人大常委会第15次会议批准第100号公约即《对男女工人同等价值的工作付予同等报酬公约》,以及第144号公约即《三方协商促进履行国际劳工标准公约》;1994年10月27日第八届全国人大常委会第十次会议决定批准第170号公约即《作业场所安全使用化学品公约》……。截至2003年,我国已批准了23个国际劳工公约。

guoji laogong zuzhi lishihui

【国际劳工组织理事会】 国际劳工组织的执行机构。在国际劳工大会闭会期间决定国际劳工组织的各项重要问题,并监督国际劳工局行使其职责。

根据《国际劳工组织章程》第7条规定,理事会由56名理事组成。其中,政府方面出任的理事28人,工人和雇主方面出任的理事各14人。政府方面出任的理事中有10名常任理事,由主要工业会员国(中、美、英、法、俄、日、联邦德国、加拿大、印度、意大利)委派,其余18名政府方面出任的理事,以及工人和雇主方面出任的理事,分别由出席国际劳工大会的政府、工人、雇主代表组成的选举团分别选举产生。选举出来的理事,任期3年,理事会每年召开会议3次,负责人包括主席1人、副主席2人,由政府组、工人组和雇主组各选一人组成。理事会的任务是:确定国际劳工大会的议事日程;为国际劳工大会通过国际劳工公约和国际劳工组织建议书进行必要的准备;任命国际劳工局局长;编制经费预算;决定设立国际劳工组织的其他机构以及召开各种会议,下设若干工作委员会,协助理事会进行工作。

guoji laogong zuzhi jianyishu

【国际劳工组织建议书】 由国际劳工大会讨论提出的一种文件形式,与国际劳工公约共同构成国际劳动标准,

建议书一般比公约规定的标准稍高。它同国际劳工公约的区别为:①国际劳工公约通过后,要求会员国履行批准手续,而对建议书则不要求履行批准手续;②公约经会员国批准后须按国际劳工组织的规定履行义务,而建议书只供会员国在制定国内劳动法时参考。1919—2003年,国际劳工大会共通过了194项建议书。

anquan shengchan zerenzhi

【安全生产责任制】 指企业的各级生产领导、职能部门和个人对安全生产工作应负责任的规定。它是企业管理的重要制度之一。中国有些企业在20世纪50年代初期就开始建立安全生产责任制。1959年,中华人民共和国劳动部和中华全国总工会联合召开了劳动保护座谈会,明确提出企业领导人员必须贯彻"管生产的同时管安全"的原则,使安全工作贯穿于生产管理的各个环节,贯穿于生产的全过程。1979年以来,企业实行各种形式的经营承包责任制,

进一步促进了企业安全生产责任制的建立和健全。

1. 各级生产领导的安全生产职责

(1)厂长、主管生产的副厂长负责贯彻执行国家有关劳动保护的方针政策,对本企业的安全生产负总的责任;在计划、布置、检查、总结、评比生产工作的时候,同时计划、布置、检查、总结、评比安全工作;领导编制劳动保护措施计划,不断改善劳动条件,并组织贯彻实施,组织制定和贯彻本企业的安全技术操作规程和安全生产制度,组织定期的或专业的安全生产检查,研究解决存在的隐患;发生事故及时组织调查,采取改进措施,并督促切实执行。

(2)车间主任应贯彻执行安全生产规章制度和本企业的有关决定,对本车间职工在生产过程中的安全健康负全面责任,合理组织生产,在计划、布置、检查、总结、评比生产的各项活动中都必须包括安全工作;经常检查生产现场的安全状况,及时解决存在的问题;经常向职工进行安全生产知识、安全技术规程和劳动纪律的教育,提高职工的安全生产思想认识和专业知识水平,对特殊工种组织训练,负责提出改善劳动条件的项目和实施措施,并组织按期实现;对本车间的伤亡事故登记、统计、调查的及时性和正确性负责。

(3)班组长的主要职责是:组织工人学习安全操作规程和本企业、本车间的有关规定,教育工人严格遵守劳动纪律,按章作业;经常检查本班组工人使用的机器设备、工具和安全卫生装置,以保持安全良好状态,整理工作地点,以保持整洁文明生产;组织小组安全生产竞赛与评比,学习推广安全生产条例;及时研究分析伤亡事故原因,提出改进措施。

2. 职能部门的安全生产职责

企业单位中的生产、技术、设计、供销、运输、财务等各有关专职机构,都应该在各自业务范围内,对实现安全生产的要求负责。

(1)生产技术部门的主要职责是:在编制生产作业计划的同时编制劳动保护措施计划,保证设计的产品符合安全卫生要求,并有相应的安全卫生措施等。

(2)机械设备部门的主要职责是:负责改进各种机器设备的安全装置的设计,进行机器设备安装时,符合安全卫生要求,组织设备的定期检修,使其保持良好状态,保证安全装置完整、有效等。

(3)动力设备部门的主要职责是:安装、改装、拆卸和修理动力设备时,应采取必要的安全措施,定期和随时检查各种动力设备,使之经常处于良好状态;认真贯彻执行安全操作规程,加强对有关人员的安全教育训练。

(4)劳动保护监察部门的主要职责是:协助企业领导做好安全工作,对有关劳动保护政策、法令及规章制度的贯彻执行情况,进行监督检查,制定和审查本企业的劳动保护规章制度,并督促贯彻执行;组织审查改善劳动条件的项目,并督促按期完成,经常进行现场检查,协助研究解决问题,遇有严重危及人身安全的情况,有权指令先行停止生产,然后报告领导研究处理;组织推动劳动保护的宣传教育、经验交流和培训工作,参加伤亡事故的调查和处理,对伤亡事故进行统计、分析和报告,提出防止事故的措施,并督促贯彻执行;制定防护用品、保健食品的管理制度,并督促贯彻执行,指导小组安全员的工作。

3. 小组安全员的安全生产职责

安全员的职责是:

(1)组织学习有关安全生产的规章制度,并说服工人遵守规章制度和劳动纪律。

(2)经常检查机具设备和工作地点安全卫生状况。

(3)组织分析伤亡事故原因,采取预防措施。

(4)发现特别危急情况时,有权停止其作业或操作,并应立即报告小组长处理。

(5)教育工人正确使用个体防护用品。

4. 工人的安全生产责任

工人要自觉地遵守安全生产规章制度,不进行违章作业,并且要随时制止他人违章作业;积极参加安全生产的各种活动,主动提出改进安全工作的意见,爱护和正确使用机器设备、工具及个体防护用品。

anquan shengchan falü

【安全生产法律】 安全生产法律是保护社会生产过程中人民生命安全健康,国家、集体、人民财产安全的法律规范的总称,它涉及刑法、民法、经济法、劳动法等许多法律部门。

法是调整社会关系的。安全生产法律所调整的是一切与社会生产的人—机—环境系统安全相联系的社会联系。包括劳动者在生产劳动过程中的劳动安全关系,公民乘坐交通运输工具所发生的交通安全关系,公民、企业与工商企业之间购买商品所发生的产品安全关系,公民、企业与生产、交通运输企业发生的环境安全关系等。

安全生产法律关系包括两类法律关系:一类是公民与单位之间关于保护公民人身安全或生产安全的法律关系;二是有关国家机关和社会团体与公民和单位之间因监督、检查安全生产法规的贯彻执行情况而发生的法律关系。

要调整这些与生产系统相联系的社会关系,就需要相应制定劳动安全法规、交通安全法规、消防安全法规、产品质量安全法规、环境安全法规等,并且要制定为监督检查这些安全生产法规贯彻执行的监督法规。安全生产法律就是指这些法律规范的总称。

我国安全生产法律是社会主义国家整个法的组成

部分，它是由社会主义国家所制定或认可，体现了广大劳动人民的意志和利益，是为社会主义建设事业而服务的。因此，我国的安全生产法律体现着鲜明的社会主义本质。

保护人民的安全健康和国家、人民财产安全是我国社会主义制度的性质所决定的，它体现了我国广大人民的意志。安全生产法律的内容包括有大量的技术规范。大家知道，技术规范是人们为了有效地、安全地进行生产而制定的，它是依据自然规律，规定人们在劳动过程中如何使用劳动工具和劳动对象的一种行为规范。也就是说，它是调整人们在生产过程中人与自然的关系的行为规范。违反技术规范就会造成种种后果，不仅会危及劳动者的人身安全，而且会造成生产上的损失，甚至还会给周围社会环境造成危害，因此，为了维护生产秩序和社会秩序，就有必要通过国家，把有关人员遵守一定的技术规范规定为必须遵守的法律义务。违反此项义务，就要承担一定的法律责任，依法受到制裁。

安全生产法律有以下的特点：

1. 安全生产法律有着很强的科技性

安全生产法具有科技与法相互结合、相互渗透的边缘法的性质，它包括技术规范和社会规范两大类法律规范。安全生产的技术规范是依据自然规律，规定人们在劳动过程中如何运用劳动工具和劳动对象进行生产的一种行为规范，它所调整的是劳动过程中人与自然的关系。当前，科学技术正以惊人的速度发展，科技成果广泛运用于生产。随着人类科学技术和生产的迅速发展，依靠科技进步积极采用安全卫生工程技术的规范也不断增加，因此，在安全生产法律规范中，技术规范所占比重日益增加，安全生产法律已日益具有科技与法相结合的边缘法的性质。

2. 安全生产法律具有广泛的社会性

安全生产法不仅要求企业消除劳动过程中危及人身安全与健康的不良条件和劳动行为，防止各种伤亡事故和职业病的发生，同时也要求消除由于企业发生事故对环境的危害。因此，安全生产法律具有更广泛的社会性。也正因为如此，关于安全生产的问题不仅在劳动安全法中有着大量的规定，而且在刑法、环境保护法等其他法中也有不少的规定。

3. 安全生产法律关系客体方面有其不同的特点

安全生产法律是保护劳动者在劳动过程中安全与健康和国家和人民财产的安全。因此，它从人—机—环境诸方面对它所保护的客体进行保护。

weifan anquan shengchan falü goucheng de fanzui
【违反安全生产法律构成的犯罪】

我国刑法分则规定一切危害国家主权、领土完整和安全，分裂国家、颠覆人民民主专政的政权和推翻社会主义制度，破坏社会秩序和经济秩序，侵犯国有财产或者劳动群众集体所有的财产，侵犯公民私人所有的财产，侵犯公民的人身权利、民主权利和其他权利，以及其他危害社会的行为，依照法律应当受刑法处罚的，都是犯罪，但是情节显著轻微危害不大的，不认为是犯罪。

明知自己的行为会发生危害社会的结果，并且希望或者放任这种结果发生，因而构成犯罪的，是故意犯罪。

故意犯罪，应当负刑事责任。

应当预见自己的行为可能发生危害社会的结果，因为疏忽大意而没有预见，或者已经预见而轻信能够避免，以致发生这种结果的，是过失犯罪。

过失犯罪，法律有规定的才负刑事责任。

行为在客观上虽然造成了损害结果，但是不是出于故意或者过失，而是由于不能抗拒或者不能预见的原因所引起的，不是犯罪。

工厂、矿山、林场、建筑企业及其他企业、事业单位的从事生产作业的人员或领导、指挥生产作业的人员，由于违反有关劳动安全卫生法规，违反规章制度，因而发生重大伤亡事故，造成严重后果的，主要是犯有刑法分则第二章规定的危害公共安全罪。在这类犯罪中，除故意破坏犯罪外，往往犯有如下几种主要过失犯罪：刑法第 134 条和 135 条规定的重大责任事故罪，刑法第 133 条规定的交通肇事罪。第 137 条规定的建设单位、设计单位、施工单位、工程监理单位违反国家规定，降低工程质量标准，构成的工程重大安全事故罪。如果国家工作人员在重大伤亡事故中，由于在管理工作上，不履行或不正确履行工作职责，造成严重后果的，则犯有刑法分则第八章规定的渎职罪中的玩忽职守罪。

危害公共安全罪，是指由于故意或过失而实施危害或者足以危害不特定的多数人的人身和财产安全的行为。它是刑法上普通刑事犯罪中危害极大的一类犯罪。这类犯罪侵犯的客体是社会的公共安全，也就是不特定的多数人的生命健康和大批公私财产的安全。如果犯罪行为侵犯了特定的个人的人身和财产的安全，而不危害公共安全时，则分别构成侵犯公民人身权利罪和侵犯财产罪。这类犯罪的客观方面，是实施了危害公共安全并已经造成严重后果的行为，或者虽未造成严重后果、但其行为已经威胁到多数人的人身和财产的安全。在多数情况下，只要实施了分则条文规定的足以危害公共安全的行为，就构成犯罪；但过失危害公共安全罪，必须是已经造成严重后果的，才能构成犯罪，如重大责任事故罪、交通肇事罪等。这类犯罪的主观方面，有的是故意，如非法制造枪支弹药罪等；有的是过失，如重大责任事故罪等；也有的既可以由故意构成也可以由过失构成，如决水罪、放火罪、爆炸罪等。

这类犯罪的主体,多数是一般主体;有的是特殊主体,如交通肇事罪必须是从事交通运输的人员。

xianfa guanyu laodong baohu de guiding

【宪法关于劳动保护的规定】 宪法是国家的根本大法,是一切法律的立法依据。

宪法也是安全生产和劳动保护法律的立法依据,宪法规定:"国家通过各种途径,创造劳动就业条件,加强劳动保护,改善劳动条件,并在发展生产的基础上,提高劳动报酬和福利待遇"。"中华人民共和国劳动者有休息的权利。国家发展劳动者休息和休养的设施,规定职工的工作时间和休假制度"。宪法规定劳动保护是公民民主权利与义务的重要组成部分。

企业及一切用人单位应该根据宪法的要求加强对劳动者的劳动保护,改善劳动条件,采取劳动安全卫生措施保护劳动者的安全健康。

劳动者有权依据宪法和其他法律保护自身在劳动生产过程中的安全健康。

laodongfa guanyu anquan shengchan de guiding

【劳动法关于安全生产的规定】 劳动法是调整劳动关系的一部综合性法律。其中涉及劳动保护与安全生产的规定有:

1. 在总则中规定

劳动者享有获得劳动安全卫生的权利,劳动者应当执行劳动安全卫生规程。

2. 在劳动合同方面规定

劳动合同应当具备劳动保护和劳动条件的条款。

劳动者患职业病或者因工负伤并被确认丧失或者部分丧失劳动能力;女职工在孕期、产期、哺乳期内的;用人单位不得解除劳动合同。

3. 在劳动安全卫生方面规定

(1)用人单位必须建立、健全劳动安全卫生制度,严格执行国家劳动安全卫生规程和标准,对劳动者进行劳动安全卫生教育,防止劳动过程中的事故,减少职业危害。

(2)劳动安全卫生设施必须符合国家规定的标准。

新建、改建、扩建工程的劳动安全卫生设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

(3)用人单位必须为劳动者提供符合国家规定的劳动安全卫生条件和必要的劳动防护用品,对从事有职业危害作业的劳动者应当定期进行健康检查。

(4)从事特种作业的劳动者必须经过专门培训并取得特种作业资格。

(5)劳动者在劳动过程中必须严格遵守安全操作规程。

劳动者对用人单位管理人员违章指挥、强令冒险作业,有权拒绝执行;对危害生命安全和身体健康的行为,有权提出批评、检举和控告。

(6)国家建立伤亡事故和职业病统计报告和处理制度。县级以上各级人民政府劳动行政部门、有关部门和用人单位应当依法对劳动者在劳动过程中发生的伤亡事故和劳动者的职业病状况,进行统计、报告和处理。

4. 在女职工、未成年工劳动保护方面规定

(1)国家对女职工和未成年工实行特殊劳动保护。未成年工是指年满16周岁未满18周岁的劳动者。

(2)禁止安排女职工从事矿山井下、国家规定的第四级体力劳动强度的劳动和其他禁忌从事的劳动。

(3)不得安排女职工在经期从事高处、低温、冷水作业和国家规定的第三级体力劳动强度的劳动。

(4)不得安排女职工在怀孕期间从事国家规定的第三级体力劳动强度的劳动和孕期禁忌从事的劳动。对怀孕7个月以上的女职工,不得安排其延长工作时间和夜班劳动。

(5)女职工生育享受不少于90天的产假。

(6)不得安排女职工在哺乳未满1周岁的婴儿期间从事国家规定的第三级体力劳动强度的劳动和哺乳期禁忌从事的其他劳动,不得安排其延长工作时间和夜班劳动。

(7)不得安排未成年工从事矿山井下、有毒有害、国家规定的第四级体力劳动强度的劳动和其他禁忌从事的劳动。

(8)用人单位应当对未成年工定期进行健康检查。

(9)劳动者因工伤残或者患职业病、生育依法享受社会保险待遇。

5. 在法律责任方面规定

用人单位的劳动安全设施和劳动卫生条件不符合国家规定或者未向劳动者提供必要的劳动防护用品和劳动保护设施的,由劳动行政部门或者有关部门责令改正,可以处以罚款;情节严重的,提请县级以上人民政府决定责令停产整顿;对事故隐患不采取措施,致使发生重大事故,造成劳动者生命和财产损失的,对责任人员比照刑法的有关规定追究刑事责任。

用人单位强令劳动者违章冒险作业,发生重大伤亡事故,造成严重后果的,对责任人员依法追究刑事责任。

用人单位非法招用未满十六周岁的未成年人的,由劳动行政部门责令改正,处以罚款;情节严重的,由工商行政管理部门吊销营业执照。

用人单位违反本法对女职工和未成年工的保护规定,侵害其合法权益的,由劳动行政部门责令改正,处以罚款;对女职工或者未成年工造成损害的,应当承担

赔偿责任。

6. 在工作时间和休息休假方面的规定

(1)国家实行劳动者每日工作时间不超过8小时、平均每周工作时间不超过44小时的工时制度。

用人单位应当保证劳动者每周至少休息1日。

(2)用人单位在下列节日期间应当依法安排劳动者休假:元旦;春节;国际劳动节;国庆节及法律、法规规定的其他休假节日。

(3)用人单位由于生产经营需要,经与工会和劳动者协商后可以延长工作时间,一般每日不得超过1小时;因特殊原因需要延长工作时间的,在保障劳动者身体健康的条件下延长工作时间每日不得超过3小时,但是每月不得超过36小时。

有下列情形之一的,延长工作时间不受本法第四十一条规定的限制:①发生自然灾害、事故或者因其他原因,威胁劳动者生命健康和财产安全,需要紧急处理的;②生产设备、交通运输线路、公共设施发生故障,影响生产和公众利益,必须及时抢修的;法律、行政法规规定的其他情形。③用人单位不得违反本法规定延长劳动者的工作时间。

有下列情形之一的,用人单位应当按照下列标准支付高于劳动者正常工作时间工资的工资报酬:①安排劳动者延长工作时间的,支付不低于工资的150%的工资报酬;②休息日安排劳动者工作又不能安排补休的,支付不低于工资的200%的工资报酬;③法定休假日安排劳动者工作的,支付不低于工资的300%的工资报酬。

国家实行带薪年休假制度。劳动者连续工作1年以上,享受带薪年休假。

zhiyebing fang zhifa

【职业病防治法】 自2002年5月1日起施行的职业病防治法,是为了预防、控制和消除职业病危害,防治职业病,保护劳动者健康及其相关权益,促进经济发展,根据宪法而制定。其主要内容如下:

1. 在总则中规定

职业病是指企业、事业单位和个体经济组织(以下统称用人单位)的劳动者在职业活动中,因接触粉尘、放射性物质和其他有毒、有害物质等因素而引起的疾病。

职业病的分类和目录由国务院卫生行政部门会同国务院劳动保障行政部门规定、调整并公布。

职业病防治工作坚持预防为主、防治结合的方针,实行分类管理、综合治理。

劳动者依法享有职业卫生保护的权利。用人单位应当为劳动者创造符合国家职业卫生标准和卫生要求的工作环境和条件,并采取措施保障劳动者获得职业卫生保护。用人单位应当建立、健全职业病防治责任制,加强对职业病防治的管理,提高职业病防治水平,对本单位产生的职业病危害承担责任。

用人单位必须依法参加工伤社会保险。国务院和县级以上地方人民政府劳动保障行政部门应当加强对工伤社会保险的监督管理,确保劳动者依法享受工伤社会保险待遇。

国家鼓励研制、开发、推广、应用有利于职业病防治和保护劳动者健康的新技术、新工艺、新材料,加强对职业病的机理和发生规律的基础研究,提高职业病防治科学技术水平;积极采用有效的职业病防治技术、工艺、材料;限制使用或者淘汰职业病危害严重的技术、工艺、材料。

国家实行职业卫生监督制度。国务院卫生行政部门统一负责全国职业病防治的监督管理工作。国务院有关部门在各自的职责范围内负责职业病防治的有关监督管理工作。县级以上地方人民政府卫生行政部门负责本行政区域内职业病防治的监督管理工作。县级以上地方人民政府有关部门在各自的职责范围内负责职业病防治的有关监督管理工作。

2. 前期预防

产生职业病危害的用人单位的设立除应当符合法律、行政法规规定的设立条件外,其工作场所还应当符合下列职业卫生要求:

(1)职业病危害因素的强度或者浓度符合国家职业卫生标准;

(2)有与职业病危害防护相适应的设施;

(3)生产布局合理,符合有害与无害作业分开的原则;

(4)有配套的更衣间、洗浴间、孕妇休息间等卫生设施;

(5)设备、工具、用具等设施符合保护劳动者生理、心理健康的要求;

(6)法律、行政法规和国务院卫生行政部门关于保护劳动者健康的其他要求。

新建、扩建、改建建设项目和技术改造、技术引进项目(以下统称建设项目)可能产生职业病危害的,建设单位在可行性论证阶段应当向卫生行政部门提交职业病危害预评价报告。卫生行政部门应当自收到职业病危害预评价报告之日起30日内,作出审核决定并书面通知建设单位。未提交预评价报告或者预评价报告未经卫生行政部门审核同意的,有关部门不得批准该建设项目。

职业病危害预评价报告应当对建设项目可能产生的职业病危害因素及其对工作场所和劳动者健康的影响作出评价,确定危害类别和职业病防护措施。建设项目职业病危害分类目录和分类管理办法由国务院卫生行政部门制定。建设项目的职业病防护设施所需费

用应当纳入建设项目工程预算，并与主体工程同时设计，同时施工，同时投入生产和使用。职业病危害严重的建设项目的防护设施设计，应当经卫生行政部门进行卫生审查，符合国家职业卫生标准和卫生要求的，方可施工。建设项目在竣工验收前，建设单位应当进行职业病危害控制效果评价。建设项目竣工验收时，其职业病防护设施经卫生行政部门验收合格后，方可投入正式生产和使用。

国家对从事放射、高毒等作业实行特殊管理。具体管理办法由国务院制定。

3. 劳动过程中的防护与管理

用人单位应当采取下列职业病防治管理措施：

（1）设置或者指定职业卫生管理机构或者组织，配备专职或者兼职的职业卫生专业人员，负责本单位的职业病防治工作；

（2）制定职业病防治计划和实施方案；

（3）建立、健全职业卫生管理制度和操作规程；

（4）建立、健全职业卫生档案和劳动者健康监护档案；

（5）建立、健全工作场所职业病危害因素监测及评价制度；

（6）建立、健全职业病危害事故应急救援预案。

用人单位必须采用有效的职业病防护设施，并为劳动者提供个人使用的职业病防护用品。用人单位为劳动者个人提供的职业病防护用品必须符合防治职业病的要求；不符合要求的，不得使用。

用人单位应当优先采用有利于防治职业病和保护劳动者健康的新技术、新工艺、新材料，逐步替代职业病危害严重的技术、工艺、材料。

产生职业病危害的用人单位，应当在醒目位置设置公告栏，公布有关职业病防治的规章制度、操作规程、职业病危害事故应急救援措施和工作场所职业病危害因素检测结果。

对产生严重职业病危害的作业岗位，应当在其醒目位置，设置警示标识和中文警示说明。警示说明应当载明产生职业病危害的种类、后果、预防以及应急救治措施等内容。

对可能发生急性职业损伤的有毒、有害工作场所，用人单位应当设置报警装置，配置现场急救用品、冲洗设备、应急撤离通道和必要的泄险区。对放射工作场所和放射性同位素的运输、贮存，用人单位必须配置防护设备和报警装置，保证接触放射线的工作人员佩戴个人剂量计。对职业病防护设备、应急救援设施和个人使用和职业病防护用品，用人单位应当进行经常性的维护、检修，定期检测其性能和效果。确保其处于正常状态，不得擅自拆除或者停止使用。

用人单位应当实施由专人负责和职业病危害因素日常监测，并确保监测系统处于正常运行状态。

用人单位应当按照国务院卫生行政部门的规定，定期对工作场所进行职业病危害因素检测、评价。检测、评价结果存入用人单位职业卫生档案，定期向所在地卫生行政部门报告并向劳动者公布。

职业病危害因素检测、评价由依法设立的取得省级以上人民政府卫生行政部门资质认证的职业卫生技术服务机构进行。职业卫生技术服务机构所作检测、评价应当客观、真实。发现工作场所职业病危害因素不符合国家职业卫生标准和卫生要求时，用人单位应当立即采取相应治理措施，仍然达不到国家职业卫生标准和卫生要求的，必须停止存在职业病危害因素的作业；职业病危害因素经治理后，符合国家职业卫生标准和卫生要求的，方可重新作业。

向用人单位提供可能产生职业病危害的设备的，应当提供中文说明书，并在设备的醒目位置设置警示标识和中文警示说明。警示说明应当载明设备性能、可能产生的职业病危害、安全操作和维护注意事项、职业病防护以及应急救治措施等内容。

向用人单位提供可能产生职业病危害的化学品、放射性同位素和含有放射性物质的材料的，应当提供中文说明书。说明书应当载明产品特性、主要成分、存在的有害因素、可能产生的危害后果、安全使用注意事项、职业病防护以及应急救治措施等内容。产品包装应当有醒目的警示标识和中文警示说明。贮存上述材料的场所应当在规定的部位设置危险物品标识或者放射性警示标识。国内首次使用或者首次进口与职业病危害有关的化学材料，使用单位或者进口单位按照国家规定经国务院有关部门批准后，应当向国务院卫生行政部门报送该化学材料的毒性鉴定以及经有关部门登记注册或者批准进口的文件等资料。进口放射性同位素、射线装置和含有放射性物质的物品的，按照国家有关规定办理。

任何单位和个人不得生产、经营、进口和使用国家明令禁止使用的可能产生职业病危害的设备或者材料。任何单位和个人不得将产生职业病危害的作业转移给不具备职业病防护条件的单位和个人。不具备职业病防护条件的单位和个人不得接受产生职业病危害的作业。用人单位对采用的技术、工艺、材料，应当知悉其产生的职业病危害，对有职业病危害的技术、工艺、材料隐瞒其危害而采用的，对所造成的职业病危害后果承担责任。

用人单位与劳动者订立劳动合同（含聘用合同，下同）时，应当将工作过程中可能产生的职业病危害及其后果、职业病防护措施和待遇等如实告知劳动者，并在劳动合同中写明，不得隐瞒或者欺骗。劳动者在已订立劳动合同期间因工作岗位或者工作内容变更，

从事与所订立劳动合同中未告知的存在职业病危害的作业时，用人单位应当依照前款规定，向劳动者履行如实告知的义务，并协商变更原劳动合同相关条款。用人单位违反前两款规定的，劳动者有权拒绝从事存在职业病危害的作业，用人单位不得因此解除或者终止与劳动者所订立的劳动合同。

用人单位的负责人应当接受职业卫生培训，遵守职业病的防治法律、法规，依法组织本单位的职业病防治工作。用人单位应当对劳动者进行上岗前的职业卫生培训和在岗期间的定期职业卫生培训，普及职业卫生知识，督促劳动者遵守职业病防治法律、法规、规章和操作规程，指导劳动者正确使用职业病防护设备和个人使用的职业病防护用品。劳动者应当学习和掌握相关的职业卫生知识，遵守职业病防治法律、法规、规章和操作规程，正确使用、维护职业病防护设备和个人使用的职业病防护用品，发现职业病危害事故隐患应当及时报告。劳动者不履行前款规定义务的，用人单位应当对其进行教育。

对从事接触职业病危害的作业的劳动者，用人单位应当按照国务院卫生行政部门的规定组织上岗前、在岗期间和离岗位时的职业健康检查，并将检查结果如实告知劳动者。职业健康检查费用由用人单位承担。用人单位不得安排未经上岗前职业健康检查的劳动者从事接触职业病危害的作业；不得安排有职业禁忌的劳动者从事其所禁忌的作业；对在职业健康检查中发现有与从事的职业相关的健康损害的劳动者，应当调离原工作岗位，并妥善安置；对未进行离岗前职业健康检查的劳动者不得解除或者终止与其订立的劳动合同。职业健康检查应当由省级以上人民政府卫生行政部门批准的医疗卫生机构承担。

用人单位应当为劳动者建立职业健康监护档案，并按照规定的期限妥善保存。职业健康监护档案应当包括劳动者的职业史、职业病危害接触史、职业健康检查结果和职业病诊疗等有关个人健康资料。劳动者离开用人单位时，有权索取本人职业健康监护档案复印件，用人单位应当如实、无偿提供，并在所提供的复印件上签章。

发生或者可能发生急性职业病危害事故时，用人单位应当立即采取应急救援和控制措施，并及时报告所在地卫生行政部门和有关部门。卫生行政部门接到报告后，应当及时会同有关部门组织调查处理；必要时，可以采取临时控制措施。对遭受或者可能遭受急性职业病危害的劳动者，用人单位应当及时组织救治、进行健康检查和医学观察，所需费用由用人单位承担。

用人单位不得安排未成年工从事接触职业病危害的作业；不得安排孕期、哺乳期的女职工从事对本人和胎儿、婴儿有危害的作业。

劳动者享有下列职业卫生保护权利：

(1)获得职业卫生教育、培训；

(2)获得职业健康检查、职业病诊疗、康复等职业病防治服务；

(3)了解工作场所产生或者可能产生的职业病危害因素、危害后果和应当采取的职业病防护措施；

(4)要求用人单位提供符合防治职业病要求的职业病防护设施和个人使用的职业病防护用品，改善工作条件；

(5)对违反职业病防治法律、法规以及危及生命健康的行为提出批评、检举和控告；

(6)拒绝违章指挥和强令进行没有职业病防护措施的作业；

(7)参与用人单位职业卫生工作的民主管理，对职业病防治工作提出意见和建议。

用人单位应当保障劳动者行使前款所列权利。因劳动者依法行使正当权利而降低其工资、福利等待遇或者解除、终止与其订立的劳动合同的，其行为无效。

工会组织应当督促并协助用人单位开展职业卫生宣传教育和培训，对用人单位的职业病防治工作提出意见和建议，与用人单位就劳动者反映的有关职业病防治的问题进行协调并督促解决。工会组织对用人单位违反职业病防治法律、法规，侵犯劳动者合法权益的行为，有权要求纠正；产生严重职业病危害时，有权要求采取防护措施，或者向政府有关部门建议采取强制性措施；发生职业病危害事故时，有权参与事故调查处理；发现危及劳动者生命健康的情形时，有权向用人单位建议组织劳动者撤离危险现场，用人单位应当立即作出处理。

用人单位按照职业病防治要求，用于预防和治疗职业病危害、工作场所卫生检测、健康监护和职业卫生培训等费用，按照国家有关规定，在生产成本中据实列支。

4. 职业病诊断与职业病病人保障

职业病诊断应当由省级以上人民政府卫生行政部门批准的医疗卫生机构承担。劳动者可以在用人单位所在地或者本人居住地依法承担职业病诊断的医疗卫生机构进行职业病诊断。职业病诊断标准和职业病诊断、鉴定办法由国务院卫生行政部门制定。职业病伤残等级的鉴定办法由国务院劳动保障行政部门会同国务院卫生行政部门制定。

当事人对职业病诊断有异议的，可以向作出诊断的医疗卫生机构所在地地方人民政府卫生行政部门申请鉴定。

职业病诊断争议由设区的市级以上地方人民政府卫生行政部门根据当事人的申请，组织职业病诊断鉴

定委员会进行鉴定。当事人对设区的市级职业病诊断鉴定委员会的鉴定结论不服的，可以向省、自治区、直辖市人民政府卫生行政部门申请再鉴定。

医疗卫生机构发现疑似职业病病人时，应当告知劳动者本人并及时通知用人单位。用人单位应当及时安排对疑似职业病病人进行诊断；在疑似职业病病人诊断或者医学观察期间，不得解除或者终止与其订立的劳动合同。疑似职业病病人在诊断、医学观察期间的费用，由用人单位承担。

职业病病人依法享受国家规定的职业病待遇。用人单位应当按照国家有关规定，安排职业病病人进行治疗、康复和定期检查。用人单位对不适宜继续从事原工作的职业病病人，应当调离原岗位，并妥善安置。用人单位对从事接触职业病危害的作业的劳动者，应当给予适当岗位津贴。

职业病病人的诊疗、康复费用，伤残以及丧失劳动能力的职业病病人的社会保障，按照国家有关工伤社会保险的规定执行。职业病病人除依法享有工伤社会保险外，依照有关民事法律，尚有获得赔偿的权利的，有权向用人单位提出赔偿要求。劳动者诊断患有职业病，但用人单位没有依法参加工伤社会保险的，其医疗和生活保障由最后的用人单位承担；最后的用人单位有证据证明该职业病是先前用人单位的职业病危害造成的，由先前的用人单位承担。

职业病病人变动工作单位，其依法享有的待遇不变。用人单位发生分立、合并、解散、破产等情形的，应当对从事接触职业病危害的作业的劳动者进行健康检查，并按照国家有关规定妥善安置职业病病人。

5. 监督检查

卫生行政部门履行监督检查职责时，有权采取下列措施：

(1)进入被检查单位和职业病危害现场，了解情况，调查取证；

(2)查阅或者复制与违反职业病防治法律、法规的行为有关的资料和采集样品；

(3)责令违反职业病防治法律、法规的单位和个人停止违法行为。

发生职业病危害事故或者有证据证明危害状态可能导致职业病危害事故发生时，卫生行政部门可以采取下列临时控制措施：

(1)责令暂停导致职业病危害事故的作业；

(2)封存造成职业病危害事故或者可能导致职业病危害事故发生的材料和设备；

(3)组织控制职业病危害事故现场。

在职业病危害事故或者危害状态得到有效控制后，卫生行政部门应当及时解除控制措施。

6. 法律责任

建设单位违反本法规定，有下列行为之一的，由卫生行政部门给予警告，责令限期改正；逾期不改正的，处10万元以上50万元以下的罚款；情节严重的，责令停止产生职业病危害的作业，或者提请有关人民政府按照国务院规定的权限责令停建、关闭：

(1)未按照规定进行职业病危害预评价或者未提交职业病危害预评价报告，或者职业病危害预评价报告未经卫生行政部门审核同意，擅自开工的；

(2)建设项目的职业病防护设施未按照规定与主体工程同时投入生产和使用的；

(3)职业病危害严重的建设项目，其职业病防护设施设计不符合国家职业卫生标准和卫生要求施工的；

(4)未按照规定对职业病防护设施进行职业病危害控制效果评价、未经卫生行政部门验收或者验收不合格，擅自投入使用的。

违反本法规定，有下列行为之一的，由卫生行政部门给予警告，责令限期改正；逾期不改正的，处2万元以下的罚款；

(1)工作场所职业病危害因素检测、评价结果没有存档、上报、公布的；

(2)未采取本法第十九条规定的职业病防治管理措施的；

(3)未按照规定公布有关职业病防治的规章制度、操作规程、职业病危害事故应急救援措施的；

(4)未按照规定组织劳动者进行职业卫生培训，或者未对劳动者个人职业病防护采取指导、督促措施的；

(5)国内首次使用或者首次进口与职业病危害有关的化学材料，未按照规定报送毒性鉴定资料以及经有关部门登记注册或者批准进口的文件的。

用人单位违反本法规定，有下列行为之一的，由卫生行政部门责令限期改正，给予警告，可以并处2万元以上5万元以下的罚款：

(1)未按照规定及时、如实向卫生行政部门申报产生职业病危害的项目的；

(2)未实施由专人负责的职业病危害因素日常监测，或者监测系统不能正常监测的；

(3)订立或者变更劳动合同时，未告知劳动者职业病危害真实情况的；

(4)未按照规定组织职业健康检查、建立职业健康监护档案或者未将检查结果如实告知劳动者的。

用人单位违反本法规定，有下列行为之一的，由卫生行政部门给予警告，责令限期改正，逾期不改正的，处5万元以上20万元以下的罚款；情节严重的，责令停止产生职业病危害的作业，或者提请有关人民政府按照国务院规定的权限责令关闭：

(1)工作场所职业病危害因素的强度或者浓度超过国家职业卫生标准的;

(2)未提供职业病防护设施和个人使用的职业病防护用品,或者提供的职业病防护设施和个人使用的职业病防护用品不符合国家职业卫生标准和卫生要求的;

(3)对职业病防护设备、应急救援设施和个人使用的职业病防护用品未按照规定进行维护、检修、检测,或者不能保持正常运行、使用状态的;

(4)未按照规定对工作场所职业病危害因素进行检测、评价的;

(5)工作场所职业病危害因素经治理仍然达不到国家职业卫生标准和卫生要求时,未停止存在职业病危害因素的作业的;

(6)未按照规定安排职业病病人、疑似职业病病人进行诊治的;

(7)发生或者可能发生急性职业病危害事故时,未立即采取应急救援和控制措施或者未按照规定及时报告的;

(8)未按照规定在产生严重职业病危害的作业岗位醒目位置设置警示标识和中文警示说明的;

(9)拒绝卫生行政部门监督检查的。

向用人单位提供可能产生职业病危害的设备、材料、未按照规定提供中文说明书或者设置警示标识和中文警示说明的,由卫生行政部门责令限期改正,给予警告,并处5万元以上20万元以下的罚款。用人单位和医疗卫生机构未按照规定报告职业病、疑似职业病的,由卫生行政部门责令限期改正,给予警告,可以并处1万元以下的罚款;弄虚作假的,并处以2万元以上5万元以下的罚款;对直接负责的主管人员和其他直接责任人员,可以依法给予降级或者撤职的处分。

违反本法规定,有下列情形之一的,由卫生行政部门责令限期治理,并处5万元以上30万元以下的罚款;情节严重的,责令停止产生职业病危害的作业,或者提请有关人民政府按照国务院规定的权限责令关闭:

(1)隐瞒技术、工艺、材料所产生的职业病危害而采用的;

(2)隐瞒本单位职业卫生真实情况的;

(3)可能发生急性职业损伤的有毒、有害工作场所、放射工作场所或者放射性同位素的运输、贮存不符合本法第二十三条规定的;

(4)使用国家明令禁止使用的可能产生职业病危害的设备或者材料的;

(5)将产生职业病危害的作业转移给没有职业病防护条件的单位和个人,或者没有职业病防护条件的单位和个人接受产生职业病危害的作业的;

(6)擅自拆除、停止使用职业病防护设备或者应急救援设施的;

(7)安排未经职业健康检查的劳动者、有职业禁忌的劳动者、未成年工或者孕期、哺乳期女职工从事接触职业病危害的作业或者禁忌作业的;

(8)违章指挥和强令劳动者进行没有职业病防护措施的作业的。

生产、经营或者进口国家明令禁止使用的可能产生职业病危害的设备或者材料的,依照有关法律、行政法规的规定给予处罚。

用人单位违反本法规定,已对劳动者生命健康造成严重损害的,由卫生行政部门责令停止产生职业病危害的作业,或者提请有关人民政府按照国务院规定的权限责令关闭,并处10万元以上30万元以下的罚款。造成重大职业病危害事故或者其他严重后果,构成犯罪的,对直接负责的主管人员和其他直接责任人员,依法追究刑事责任。

anquan shengchan fa

【安全生产法】 自2002年11月1日起施行的安全生产法,是为了加强安全生产监督管理、防止和减少生产安全事故、保障人民群众生命和财产安全、促进经济发展而制定。其主要内容如下:

1. 在总则中的规定

在中华人民共和国领域内从事生产经营活动的单位(以下统称生产经营单位)的安全生产,适用本法;有关法律、行政法规对消防安全和道路交通安全、铁路交通安全、水上交通安全、民用航空安全另有规定的,适用其规定。

安全生产管理,坚持安全第一、预防为主的方针。生产经营单位必须遵守本法和其他有关安全生产的法律、法规,加强安全生产管理,建立、健全安全生产责任制度,完善安全生产条件,确定安全生产。生产经营单位的主要负责人对本单位的安全生产工作全面负责。生产经营单位的从业人员有依法获得安全生产保障的权利,并应当依法履行安全生产方面的义务。

工会依法组织职工参加本单位安全生产工作的民主管理和民主监督,维护职工在安全生产方面的合法权益。

国务院和地方各级人民政府应当加强对安全生产工作的领导,支持、督促各有关部门依法履行安全生产监督管理职责。县级以上人民政府对安全生产监督管理中存在的重大问题应当及时予以协调、解决。

国务院负责安全生产监督管理的部门依照本法,对全国安全生产工作实施综合监督管理;县级以上地方各级人民政府负责安全生产监督管理的部门依照本法,对本行政区域内安全生产工作实施综合监督管理。国务院有关部门依照本法和其他有关法律、行政法规

的规定，在各自的职责范围内对有关的安全生产工作实施监督管理；县级以上地方各级人民政府有关部门依照本法和其他有关法律、法规的规定，在各自的职责范围内对有关的安全生产工作实施监督管理。

国务院有关部门应当按照保障安全生产的要求，依法及时制定有关的国家标准或者行业标准，并根据科技进步和经济发展适时修订。生产经营单位必须执行依法制定的保障安全生产的国家标准或者行业标准。

各级人民政府及其有关部门应当采取多种形式，加强对有关安全生产的法律、法规和安全生产知识的宣传，提高职工的安全生产意识。

依法设立的为安全生产提供技术服务的中介机构，依照法律、行政法规和执业准则，接受生产经营单位的委托为其安全生产工作提供技术服务。

国家实行生产安全事故责任追究制度，依照本法和有关法律、法规的规定，追究生产安全事故责任人员的法律责任。

国家鼓励和支持安全生产科学技术研究和安全生产先进技术的推广应用，提高安全生产水平。

国家对在改善安全生产条件、防止生产安全事故、参加抢险救护等方面取得显著成绩的单位和个人，给予奖励。

2. 生产经营单位的安全生产保障

生产经营单位应当具备本法和有关法律、行政法规和国家标准或者行业标准规定的安全生产条件；不具备安全生产条件的，不得从事生产经营活动生产经营单位的主要负责人对本单位安全生产工作负有下列职责：

(1)建立、健全本单位安全生产责任制；

(2)组织制定本单位安全生产规章制度和操作规程；

(3)保证本单位安全生产投人的有并效实施；

(4)督促、检查本单位的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患；

(5)组织制定并实施本单位的生产安全事故应急救援预案；

(6)及时、如实报告生产安全事故。

生产经营单位应当具备的安全生产条件所必需的资金投人，由生产经营单位的决策机构、主要负责人或者个人经营的投资人予以保证，并对由于安全生产所必需的资金投人不足导致的后果承担责任。矿山、建筑施工单位和危险物品的生产、经营、储存单位，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。前款规定以外的其他生产经营单位，从业人员超过300人的，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员；从业人员在300人以下的，应当配备专职或者兼职的安全生产管理人员，或者委托具有国家规定的相关专业技术资格的工程技术人员提供安全生产管理服务。生产经营单位依照前款规定委托工程技术人员提供安全生产管理服务的，保证安全生产的责任仍由本单位负责。

生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。危险物品的生产、经营、储存单位以及矿山、建筑施工单位的主要负责人和安全生产管理人员，应当由有关主管部门对其安全生产知识和管理能力考核合格后方可任职。考核不得收费。

生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。生产经营单位采用新工艺、新技术、新材料或者使用新设备，必须了解、掌握其安全技术特性，采取有效的安全防护措施，并对从业人员进行专门的安全生产教育和培训。生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得特种作业操作资格证书，方可上岗作业。特种作业人员的范围由国务院负责安全生产监督管理的部门会同国务院有关部门确定。

生产经营单位新建、改建、扩建工程项目(以下统称建设项目)的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投人生产和使用。安全设施投资应当纳人建设项目概算。矿山建设项目和用于生产、储存危险物品的建设项目，应当分别按照国家有关规定进行安全条件论证和安全评价。

建设项目安全设施的设计人、设计单位应当对安全设施设计负责。矿山建设项目和用于生产、储存危险物品的建设项目的安全设施设计应当按照国家有关规定报经有关部门审查，审查部门及其负责审查的人员对审查结果负责。矿山建设项目和用于生产、储存危险物品的建设项目的施工单位必须按照批准的安全设施设计施工，并对安全设施的工程质量负责。矿山建设项目和用于生产、储存危险物品的建设项目竣工投人生产或者使用前，必须依照有关法律、行政法规的规定对安全设施进行验收；验收合格后，方可投人生产和使用。验收部门及其验收人员对验收结果负责。

生产经营单位应当在有较大危险因素的生产经营场所和有关设施、设备上，设置明显的安全警示标志。

安全设备的设计、制造、安装、使用、检测、维修、改造和报废，应当符合国家标准或者行业标准。生产经营单位必须对安全设备进行经常性维护、保养，并定期检测，保证正常运转。维护、保养、检测应当作好记录，并由有关人员签字。

生产经营单位使用的涉及生命安全、危险性较大的特种设备，以及危险物品的容器、运输工具，必须按照国家有关规定，由专业生产单位生产，并经取得专业资质的检测、检验机构检测、检验合格，取得安全使用证或者安全标志，方可投入使用。检测、检验机构对检测、检验结果负责。涉及生命安全、危险性较大的特种设备的目录由国务院负责特种设备安全监督管理的部门制定，报国务院批准后执行。

国家对严重危及生产安全的工艺、设备实行淘汰制度。生产经营单位不得使用国家明令淘汰、禁止使用的危及生产安全的工艺、设备。

生产、经营、运输、储存、使用危险物品或者处置废弃危险物品的，由有关主管部门依照有关法律、法规的规定和国家标准或者行业标准审批并实施监督管理。生产经营单位生产、经营、运输、储存、使用危险物品或者处置废弃危险物品，必须执行有关法律、法规和国家标准或者行业标准，建立专门的安全管理制度，采取可靠的安全措施，接受有关主管部门依法实施的监督管理。

生产经营单位对重大危险源应当登记建档，进行定期检测、评估、监控，并制定应急预案，告知从业人员和相关人员在紧急情况下应当采取的应急措施。生产经营单位应当按照国家有关规定将本单位重大危险源及有前安全措施、应急措施报有关地方人民政府负责安全生产监督管理的部门和有关部门备案。

生产、经营、储存、使用危险物品的车间、商店、仓库不得与员工宿舍在同一座建设物内，并应当与员工宿舍保持安全距离。生产经营场所和员工宿舍应当设有符合紧急疏散要求、标志明显、保持畅通的出口。禁止封闭、堵塞生产经营场所或者员工宿舍的出口。

生产经营单位进行爆破、吊装等危险作业，应当安排专门人员进行现场安全管理，确保操作规程的遵守和安全措施的落实。

生产经营单位应当教育和督促从业人员严格执行本单位的安全生产规章制度和安全操作规程；并向从业人员如实告知作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施以及事故应急措施。生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。

生产经营单位的安全生产管理人员应当根据本单位的生产经营特点，对安全生产状况进行经常性检查；对检查中发现的安全问题，应当立即处理；不能处理的，应当及时报告本单位有关负责人。检查及处理情况应当记录在案。生产经营单位应当安排用于配备劳动防护用品、进行安全生产培训的经费。

两个以上生产经营单位在同一作业区域内进行生产经营活动，可能危及对方生产安全的，应当签订安全生产管理协议，明确各自的安全生产管理职责和应当采取的安全措施，并指定专职安全生产管理人员进行安全检查与协调。

生产经营单位不得将生产经营项目、场所、设备发包或者出租给不具备安全生产条件或者相应资质的单位或者个人。生产经营项目、场所有多个承包单位、承租单位的，生产经营单位应当与承包单位、承租单位签订专门的安全生产管理协议，或者在承包合同、租赁合同中约定各自的安全生产管理职责；生产经营单位对承包单位、承租单位的安全生产工作统一协调、管理。

生产经营单位发生重大生产安全事故时，单位的主要负责人应当立即组织抢救，并不得在事故调查处理期间擅离职守。生产经营单位必须依法参加工伤社会保险，为从业人员缴纳保险费。

3. 从业人员的权利和义务

生产经营单位与从业人员订立的劳动合同，应当载明有关保障从业人员劳动安全、防止职业危害的事项，以及依法为从业人员办理工伤社会保险的事项。生产经营单位不得以任何形式与从业人员订立协议，免除或者减轻其对从业人员因生产安全事故伤亡依法应承担的责任。

生产经营单位的从业人员有权了解其作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施及事故应急措施，有权对本单位的安全生产工作提出建议。从业人员有权对本单位安全生产工作中存在的问题提出批评、检举、控告；有权拒绝违章指挥和强令冒险作业。生产经营单位不得因从业人员对本单位安全生产工作提出批评、检举、控告或者拒绝违章指挥、强令冒险作业而降低其工资、福利等待遇或者解除与其订立的劳动合同。

从业人员发现直接危及人身安全的紧急情况时，有权停止作业或者在采取可能的应急措施后撤离作业场所。生产经营单位不得因从业人员在前款紧急情况下停止作业或者采取紧急撤离措施而降低其工资、福利等待遇或者解除与其订立的劳动合同。因生产安全事故受到损害的从业人员，除依法享有工伤社会保险外，依照有关民事法律尚有获得赔偿的权利的，有权向本单位提出赔偿要求。

从业人员在作业过程中，应当严格遵守本单位的安全生产规章制度和操作规程，服从管理，正确佩戴和使用劳动防护用品。从业人员应当接受安全生产教育和培训，掌握本职工作所需的安全生产知识，提高安全生产技能，增强事故预防和应急处理能力。

从业人员发现事故隐患或者其他不安全因素，应当立即向现场安全生产管理人员或者本单位负责人报告；接到报告的人员应当及时予以处理。

工会有权对建设项目的安全设施与主体工程同时

设计、同时施工、同时投入生产和使用进行监督，提出意见。工会对生产经营单位违反安全生产法律、法规，侵犯从业人员合法权益的行为，有权要求纠正；发现生产经营单位违章指挥、强令冒险作业或者发现事故隐患时，有权提出解决的建议，生产经营单位应当及时研究答复；发现危及从业人员生命安全的情况时，有权向生产经营单位建议组织从业人员撤离危险场所，生产经营单位必须立即作出处理。工会有权依法参加事故调查，向有关部门提出处理意见，并要求追究有关人员的责任。

4. 安全生产的监督管理

县级以上地方各级人民政府应当根据本行政区域内的安全生产状况，组织有关部门按照职责分工，对本行政区域内容发生重大生产安全事故的生产经营单位进行严格检查；发现事故隐患，应当及时处理。

依照本法第九条规定对安全生产负有监督管理职责的部门（以下统称负有安全生产监督管理职责的部门）依照有关法律、法规的规定，对涉及安全生产的事项需要审查批准（包括批准、核准、许可、注册、认证、颁发证照等，下同）或者验收的，必须严格依照有关法律、法规和国家标准或者行业标准规定的安全生产条件和程序进行审查；不符合有关法律、法规和国家标准或者行业标准规定的安全生产条件的，不得批准或者验收通过。对未依法取得批准或者验收合格的单位擅自从事有关活动的，负责行政审批的部门发现或者接到举报后应当立即予以取缔，并依法予以处理。对已经依法取得批准的单位，负责行政审批的部门发现其不再具备安全生产条件的，应当撤销原批准。

负有安全生产监督管理职责的部门对涉及安全生产的事项进行审查、验收，不得收取费用；不得要求接受审查、验收的单位购买其指定品牌或者指定生产、销售单位的安全设备、器材或者其他产品。负有安全生产监督管理职责的部门依法对生产经营单位执行有关安全生产的法律、法规和国家标准或者行业标准的情况进行监督检查，行使以下职权：

（1）进入生产经营单位进行检查，调阅有关资料，向有关单位和人员了解情况。

（2）对检查中发现的安全生产违法行为，当场予以纠正或者要求限期改正；对依法应当给予行政处罚的行为，依照本法和其他有关法律、行政法规的规定作出行政处罚决定。

（3）对检查中发现的事故隐患，应当责令立即排除；重大事故隐患排除前或者排除过程中无法保证安全的，应当责令从危险区域内撤出作业人员，责令暂时停产停业或者停止使用；重大事故隐患排除后，经审查同意，方可恢复生产经营和使用。

（4）对有根据认为不符合保障安全生产的国家标准或者行业标准的设施、设备、器材予以查封或者扣押，并应当在15日内依法作出处理决定。

监督检查不得影响被检查单位的正常生产经营活动。

生产经营单位对负有安全生产监督管理职责的部门的监督检查人员（以下统称安全生产监督检查人员）依法履行监督检查职责，应当予以配合，不得拒绝、阻挠。安全生产监督检查人员应当忠于职守，坚持原则，秉公执法。安全生产监督检查人员执行监督检查任务时，必须出示有效的监督执法证件；对涉及被检查单位的技术秘密和业务秘密，应当为其保密。

安全生产监督检查人员应当将检查的时间、地点、内容、发现的问题及其处理情况，作出书面记录，并由检查人员和被检查单位的负责人签字；被检查单位的负责人拒绝签字的，检查人员应当将情况记录在案，并向负有安全生产监督管理职责的部门报告负有安全生产监督管理职责的部门在监督检查中，应当互相配合，实行联合检查；确需分别进行检查的，应当互通情况，发现存在的安全问题应当由其他有关部门进行处理的，应当及时移送其他有关部门并形成记录备查，接受移送的部门应当及时进行处理。

承担安全评价、认证、检测、检验的机构应当具备国家规定的资质条件，并对其作出的安全评价、认证、检测、检验的结果负责。

任何单位或者个人对事故隐患或者安全生产违法行为，均有权向负有安全生产监督管理职责的部门报告或者举报。居民委员会、村民委员会发现其所在区域内的生产经营单位存在事故隐患或者安全生产违法行为时，应当向当地人民政府或者有关部门报告县级以上各级人民政府及其有关部门对报告重大事故隐患或者举报安全生产违法行为的有功人员，给予奖励。具体奖励办法由国务院负责安全生产监督管理的部门会同国务院财政部门制定。

新闻、出版、广播、电影、电视等单位有进行安全生产宣传教育的义务，有对违反安全生产法律、法规的行为进行舆论监督的权利。

5. 生产安全事故的应急救援与调查处理

县级以上地方各级人民政府应当组织有关部门制定本行政区域内特大生产安全事故应急救援预案，建立应急救援体系。

危险物品的生产、经营、储存单位以及矿山、建筑施工单位应当建立应急救援组织；生产经营规模较小，可以不建立应急救援组织的，应当指定兼职的应急救援人员。危险物品的生产、经营、储存单位以及矿山、建筑施工单位应当配备必要的应急救援器材、设备，并进行经常性维护、保养，保证正常运转。

生产经营单位发生生产安全事故后，事故现场有

关人员应当立即报告本单位负责人。单位负责人接到事故报告后，应当迅速采取有效措施，组织抢救，防止事故扩大，减少人员伤亡和财产损失，并按照国家有关规定立即如实报告当地负有安全生产监督管理职责的部门，不得隐瞒不报、谎报或者拖延不报，不得故意破坏事故现场、毁灭有关证据。

负有安全生产监督管理职责的部门接到事故报告后，应当立即按照国家有关规定上报事故情况。负有安全生产监督管理职责的部门和有关地方人民政府对事故情况不得隐瞒不报、谎报或者拖延不报。有关地方人民政府和负有安全生产监督管理职责的部门的负责人接到重大生产安全事故报告后，应当立即赶到事故现场，组织事故抢救。任何单位和个人都应当支持、配合事故抢救，并提供一切便利条件。

事故调查处理应当按照实事求是、尊重科学的原则，及时、准确地查清事故原因，查明事故性质和责任，总结事故教训，提出整改措施，并对事故责任者提出处理意见。事故调查和处理的具体办法由国务院制定。

生产经营单位发生生产安全事故，经调查确定为责任事故的，除了应当查明事故单位的责任并依法予以追究外，还应当查明对安全生产的有关事项负有审查批准和监督职责的行政部门的责任，对有失职、渎职行为的，依照本法第七十七条的规定追究法律责任。任何单位和个人不得阻挠和干涉对事故的依法调查处理。

县级以上地方各级人民政府负责安全生产监督管理的部门应当定期统计分析本行政区域内发生生产安全事故的情况，并定期向社会公布。

xingfa guanyu weifan anquan shengchan falü de fanzui de guiding

【刑法关于违反安全生产法律的犯罪的规定】 刑法是规定犯罪和刑罚的法律规范的总和。

刑法在第二章“危害公共安全罪”中，对违反有关安全生产法律的犯罪及其处罚作了以下规定：

1. 非法携带枪支、弹药、管制刀具或者爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品，进入公共场所或者公共交通工具，危及公共安全，情节严重的，处3年以下有期徒刑、拘役或者管制。

2. 航空人员违反规章制度，致使发生重大飞行事故，造成严重后果的，处3年以下有期徒刑或者拘役；造成飞机坠毁或者人员死亡的，处3年以上7年以下有期徒刑。

3. 铁路职工违反规章制度，致使发生铁路运营安全事故，造成严重后果的，处3年以下有期徒刑或者拘役；造成特别严重后果的，处3年以上7年以下有期徒刑。

4. 违反交通运输管理法规，因而发生重大事故，致人重伤、死亡或者使公私财产遭受重大损失的，处3年以下有期徒刑或者拘役；交通运输肇事后逃逸或者有其他特别恶劣情节的，处3年以上7年以下有期徒刑；因逃逸致人死亡的，处7年以上有期徒刑。

5. 工厂、矿山、林场、建筑企业或者其他企业、事业单位的职工，由于不服管理、违反规章制度，或者强令工人违章冒险作业，因而发生重大伤亡事故或者造成其他严重后果的，处3年以下有期徒刑或者拘役；情节特别恶劣的，处3年以上7年以下有期徒刑。

6. 工厂、矿山、林场、建筑企业或者其他企业、事业单位的劳动安全设施不符合国家规定，经有关部门或者单位职工提出后，对事故隐患仍不采取措施，因而发生重大伤亡事故或者造成其他严重后果的，对直接责任人员，处3年以下有期徒刑或者拘役；情节特别恶劣的，处3年以上7年以下有期徒刑。

7. 违反爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的管理规定，在生产、储存、运输、使用中发生重大事故，造成严重后果的，处3年以下有期徒刑或者拘役；后果特别严重的，处3年以上7年以下有期徒刑。

8. 建设单位、设计单位、施工单位、工程监理单位违反国家规定，降低工程质量标准，造成重大安全事故的，对直接责任人员，处5年以下有期徒刑或者拘役，并处罚金；后果特别严重的，处5年以上10年以下有期徒刑，并处罚金。

9. 明知校舍或者教育教学设施有危险，而不采取措施或者不及时报告，致使发生重大伤亡事故的，对直接责任人员，处3年以下有期徒刑或者拘役；后果特别严重的，处3年以上7年以下有期徒刑。

10. 违反消防管理法规，经消防监督机构通知采取改正措施而拒绝执行，造成严重后果的，对直接责任人员，处3年以下有期徒刑或者拘役；后果特别严重的，处3年以上7年以下有期徒刑。

在第九章渎职罪中规定“国家机关工作人员滥用职权或者玩忽职守，致使公共财产、国家和人民利益遭受重大损失的，处3年以下有期徒刑或者拘役；情节特别严重的，处3年以上7年以下有期徒刑”。

minfa guanyu anquan shengchan mingshi zeren de guiding

【民法关于安全生产民事责任的规定】

民法是调整一定范围的财产关系和人身关系的法律规范的总和。民事责任是民事主体违反民法的规定，违反民事义务应承担的法律后果。我国的民法通则是处理民事法律纠纷的主要法律依据。民法规定：

公民合法的财产权利和人身权利是受国家法律保护的，任何人不得侵犯；侵犯他人的财产权利或人身权利的，须依法承担相应的民事责任。因为，致害人违反了民事法规。

侵犯他人的财产或人身的侵权行为是一种单方实施的不法行为,侵权行为是一种法律事实,它会产生侵权损害赔偿关系,即:受害人有权要求致害人赔偿损失,致害人有责任向受害人赔偿。在侵权损害赔偿关系中,致害人所负有的责任也就是他所承担的民事责任的内容和形式。

在安全生产上,公民、法人由于违章作业、违章指挥造成责任事故,侵害国家的、集体的财产、侵害他人财产、人身的,应当承担民事责任。对承担民事责任的公民、法人需要追究行政责任的,应当追究行政责任;构成犯罪的,对公民、法人的法定代表人应当依法追究刑事责任。

民法通则关于安全生产的规定,主要包括:

1. 国家机关和法人侵权的民事责任

国家机关或者国家机关工作人员在执行职务中,侵犯公民、法人的合法权益(包括人身安全健康和经济利益、财产安全等)造成损害的,应当承担民事责任。

法人的业务活动是通过其机构、代表和工作人员的职务活动实现的。法人工作人员执行职务的活动就是法人的活动,因此,任何人以法人的名义进行职务活动,其工作人员的过错也就是法人的过错,法人应对其行为的损害后果负责。但如法人的工作人员所进行的活动与法人的职务无关,则在其致人损害时应自己负责赔偿。

法人对自己的工作人员在执行职务中造成损害负责赔偿,并不排除法人追究法人工作人员的个人责任。法人在向受害人赔偿后,可以根据情况按有关规定追究直接责任者的责任。

2. 高度危险的作业造成他人损害的民事责任

从事高空、高压、易燃、易爆、剧毒、放射性、高速运输工具等对周围环境有高度危险的作业造成他人损害的,应当承担民事责任;如果能够证明损害是由受害人故意伪造的,不承担民事责任。

高度危险业务是指危险性大的业务,如高空、高压、易燃、易爆、剧毒、放射性等业务。在现代科技技术条件下,这些业务对周围环境有极大危险性,即使从事该业务活动的人十分谨慎,有时也难免给他人的人身或财产造成损害。为了促使从事这些业务活动的人更进一步改进技术、寻求和加强安全措施,以保障他人人身和财产安全,从事高度危险业务者致人损害时,不论其是否有过错,都应当负责赔偿。在这种情况下,致害人的赔偿责任属于无过错责任。只要有损害后果发生,致害人就须负责。如果致害人能够证明损害结果的发生是因不可抗力或受害人的故意引起的,则可以免除或减轻他的责任。

3. 产品质量不合格造成损害的民事责任

因产品质量不合格造成他人财产、人身损害的,产品制造者、销售者应当依法承担民事责任。运输者、仓储者对此负有责任的,产品制造者、销售者有权要求赔偿损失。

4. 环境污染造成损害的民事责任

违反国家保护环境防止污染的规定,污染环境造成他人损害的,应当依法承担民事责任。

5. 公共场所、工程施工造成损害的民事责任

在公共场所、道旁或者通道上挖坑、修缮安装地下设施等,没有设置明显标志和采取安全措施造成他人损害的,施工人应当承担民事责任。

6. 建筑物高处坠落、倒塌造成损害的民事责任

建筑物或者其他设施以及建筑物上的搁置物、悬挂物发生倒塌、脱落、坠落造成他人损害的,它的所有人或者管理人应当承担民事责任,但能够证明自己没有过错的除外。

承担民事责任的方式主要有:①停止侵害;②排除妨碍;③消除危险;④返还财产;⑤恢复原状;⑥修理、重作、更换;⑦赔偿损失;⑧支付违约金;⑨消除影响、恢复名誉;⑩赔礼道歉。

kuangshan anquanfa

【矿山安全法】 该法是国家为了保障矿山生产安全,防止矿山事故,保护矿山职工人身安全,促进采矿业的健康发展而制定专门法律。该法于1992年11月7日由七届人大常委会第二十八次会议通过,1993年5月1日起施行。

该法是建国以来由全国人大颁布的第一部劳动安全法律,是矿山安全生产的法律依据。

1. 在总则中规定

矿山企业必须具有保障安全生产的设施,建立、健全安全管理制度,采取有效措施改善职工劳动条件,加强矿山安全管理工作,保证安全生产。国务院劳动行政主管部门对全国矿山安全工作实施统一监督。县级以上地方各级人民政府劳动行政主管部门对本行政区域内的矿山安全工作实施统一监督。县级以上人民政府管理矿山企业的主管部门对矿山安全工作进行管理。国家鼓励矿山安全科学技术研究,推广先进技术,改进安全设施,提高矿山安全生产水平。对坚持矿山安全生产,防止矿山事故,参加矿山抢险救护,进行矿山安全科学技术研究等方面取得显著成绩的单位和个人,给予奖励。

2. 在矿山建设的安全保障方面规定

矿山建设工程的安全设施必须和主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。矿山建设工程的设计文件,必须符合矿山安全规程和行业技术规范,并按照国家规定经管理矿山企业的主管部门批准;不符合矿山安全规程和行业技术规范的,不得批准。矿山

建设工程安全设施的设计必须有安全行政主管部门参加审查。矿山安全规程和行业技术规范，由国务院管理矿山企业的主管部门制定。

矿山设计项目必须符合有关矿山安全规程和行业技术规范。

3. 在矿山开采的安全保障方面规定

矿山开采必须具备保障安全生产的条件，执行开采不同矿种的矿山安全规程和行业技术规范。矿山设计规定保留的矿柱、岩柱，在规定的期限内，应当予以保护，不得开采或者毁坏。矿山使用的有特殊安全要求的设备、器材、防护用品和安全检测仪器，必须符合国家安全标准或者行业安全标准；不符合国家安全标准或者行业安全标准的，不得使用。矿山企业必须对机电设备及其防护装置、安全检测仪器，定期检查、维修，保证使用安全。矿山企业必须对作业场所中的有毒有害物质和井下空气含氧量进行检测，保证符合安全要求。矿山企业必须对危害安全的事故隐患采取预防措施。矿山企业对使用机械、电气设备、排土场、矸石山、尾矿库和矿山闭坑后可能引起的危害，应当采取预防措施。

4. 在矿山企业的安全管理方面规定

矿山企业必须建立、健全安全生产责任制。矿长对本企业的安全生产工作负责。矿长应当定期向职工代表大会或者职工大会报告安全生产工作，发挥职工代表大会的监督作用。矿山企业职工必须遵守有关矿山安全的法律、法规和企业规章制度。矿山企业职工有权对危害矿山安全的行为，提出批评、检举和控告。矿山企业工会依法维护职工生产安全的合法权益，组织职工对矿山安全工作进行监督。矿山企业违反有关安全的法律、法规，工会有权要求企业行政方面或者有关部门认真处理。矿山企业召开讨论有关安全生产的会议，应当有工会代表参加，工会有权提出意见和建议。矿山企业工会发现企业行政方面违章指挥、强令工人冒险作业或者生产过程中发现明显重大事故隐患和职业危害，有权提出解决的建议；发现危及职工生命安全的情况时，有权向矿山企业行政方面建议组织职工撤离危险现场，矿山企业行政方面必须及时作出处理决定。矿山企业必须对职工进行安全教育、培训；未经安全教育、培训的，不得上岗作业。矿山企业安全生产的特种作业人员必须接受专门培训，经考核合格取得操作资格证书的，方可上岗作业。矿长必须经过考核，具备安全专业知识，具有领导安全生产和处理矿山事故的能力。矿山企业安全工作人员必须具备必要的安全专业知识和矿山安全工作经验。矿山企业必须向职工发放保障安全生产所需的劳动防护用品。矿山企业不得录用未成年人从事矿山井下劳动。矿山企业对女职工按照国家规定实行特殊劳动保护，不得分配女职工从事矿山井下劳动。矿山企业必须制定矿山事故防范措施，并组织落实。矿山企业应当建立由专职或者兼职人员组成的救护和医疗急救组织，配备必要的装备、器材和药物。矿山企业必须从矿产品销售额中按照国家规定提取安全技术措施专项费用。安全技术措施专项费用必须全部用于改善矿山安全生产条件，不得挪作他用。

5. 在矿山安全的监督和管理方面规定

县级以上各级人民政府劳动行政主管部门对矿山安全工作行使监督职责：①检查矿山企业和管理矿山企业的主管部门贯彻执行矿山安全法律、法规的情况；②参加矿山建设工程安全设施的设计审查和竣工验收；③检查矿山劳动条件和安全状况；④检查矿山企业职工安全教育、培训工作；⑤监督矿山企业提取和使用安全技术措施专项费用的情况；⑥参加并监督矿山事故的调查和处理；⑦法律、行政法规规定的其他监督职责。

县级以上人民政府管理矿山企业的主管部门对矿山安全工作行使下列管理职责：①检查矿山企业贯彻执行矿山安全法律、法规的情况；②审查批准矿山建设工程安全设施的设计；③负责矿山建设工程安全设施的竣工验收；④组织矿长和矿山企业安全工作人员的培训工作；⑤调查和处理重大矿山事故；⑥法律、行政法规规定的其他管理职责。

劳动行政主管部门的矿山安全监督人员有权进入矿山企业，在现场检查安全状况；发现有危及职工安全的紧急险情时，应当要求矿山企业立即处理。

6. 在矿山事故处理方面规定

发生矿山事故，矿山企业必须立即组织抢救，防止事故扩大，减少人员伤亡和财产损失，对伤亡事故必须立即如实报告安全行政主管部门和管理矿山企业的主管部门。发生一般矿山事故，由矿山企业负责调查和处理。发生重大矿山事故，由政府及其有关部门、工会和矿山企业按照行政法规的规定进行调查和处理。矿山企业对矿山事故中伤亡的职工按照国家规定给予抚恤或者补偿。矿山事故发生后，应当尽快消除现场危险，查明事故原因，提出防范措施。现场危险消除后，方可恢复生产。

7. 在法律责任方面规定

违反本法规定，有下列行为之一的，由安全行政主管部门责令改正，可以并处罚款；情节严重的，提请县级以上人民政府决定责令停产整顿；对主管人员和直接责任人员由其所在单位或者上级主管机关给予行政处分：①未对职工进行安全教育、培训，分配职工上岗作业的；②使用不符合国家安全标准或者行业安全标准的设备、器材、防护用品、安全检测仪器的；③未按照规定提取或者使用安全技术措施专项费用的；④拒绝

矿山安全监督人员现场检查或者在被检查时隐瞒事故隐患、不如实反映情况的;⑤未按照规定及时、如实报告矿山事故的。

矿长不具备安全专业知识的,安全生产的特种作业人员未取得操作资格证书上岗作业的,由安全行政主管部门责令限期改正;逾期不改正的,提请县级以上人民政府决定责令停产,调整配备合格人员后,方可恢复生产。矿山建设工程安全设施的设计未经批准擅自施工的,由管理矿山企业的主管部门责令停止施工;拒不执行的,由管理矿山企业的主管部门提请县级以上人民政府决定由有关主管部门吊销其采矿许可证和营业执照。矿山建设工程的安全设施未经验收或者验收不合格擅自投入生产的,由安全行政主管部门会同管理矿山企业的主管部门责令停止生产,并由安全行政主管部门处以罚款;拒不停止生产的,由安全行政主管部门提请县级以上人民政府决定由有关主管部门吊销其采矿许可证和营业执照。已经投入生产的矿山企业,不具备安全生产条件而强行开采的,由安全行政主管部门会同管理矿山企业的主管部门责令限期改进;逾期仍不具备安全生产条件的,由安全行政主管部门提请县级以上人民政府决定责令停产整顿或者由有关主管部门吊销其采矿许可证和营业执照。当事人对行政处罚决定不服的,可以在接到处罚决定通知之日起15日内向作出处罚决定的机关的上一级机关申请复议;当事人也可以在接到处罚决定通知之日起15日内直接向人民法院起诉。复议机关应当在接到复议申请之日起60日内作出复议决定。当事人对复议决定不服的,可以在接到复议决定之日起15日内向人民法院起诉。复议机关逾期不作出复议决定的,当事人可以在复议期满之日起15日内向人民法院起诉。当事人逾期不申请复议也不向人民法院起诉、又不履行处罚决定,做出处罚决定的机关可以申请人民法院强制执行。矿山企业主管人员违章指挥、强令工人冒险作业,因而发生重大伤亡事故的,依照刑法第114条的规定追究刑事责任。矿山企业主管人员对矿山事故隐患不采取措施,因而发生重大伤亡事故的,比照刑法第187条的规定追究刑事责任。矿山安全监督人员和安全管理人员滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊,构成犯罪的,依法追究刑事责任;不构成犯罪的,给予行政处分。

gonghuifa guanyu laodong baohu de guiding

【工会法关于劳动保护的规定】 工会法是国家为保障工会在国家政治、经济和社会生活中的地位,确定工会的权利与义务,发挥工会在社会主义现代化建设事业中的作用而制定的法律。

工会法规定:"中华全国总工会及其各工会组织代表职工的利益,依法维护职工的合法权益"。职工在劳动安全卫生方面的权益是职工合法权益的重要内容。因此,工会法在保护职工劳动安全卫生权益作了相应的规定。

在第一章"总则"中规定:

维护职工合法权益是工会的基本职责。工会在维护全国人民总体利益的同时,代表和维护职工的合法权益。

工会通过平等协商和集体合同制度,协调劳动关系,维护企业职工劳动权益。

工会依照法律规定通过职工代表大会或者其他形式,组织职工参与本单位的民主决策、民主管理和民主监督。

工会必须密切联系职工,听取和反映职工的意见和要求,关心职工的生活,帮助职工解决困难,全心全意为职工服务。

在第三章"工会的权利和义务"中规定:

工会帮助、指导职工与企业以及实行企业代管理的事业单位签订劳动合同。

工会可以代表职工与企业以及实行企业代管理的事业单位进行平等协商签订集体合同。集体合同草案应当提交职工代表大会或者全体职工讨论通过。

企业、事业单位处分职工,工会认为不适当的,有权提出意见。企业单方面解除职工劳动合同时,应当事先将理由通知工会,工会认为企业违反法律、法规和有关合同,要求重新研究处理时,企业应当研究工会的意见,并将处理结果书面通知工会。

当事人对企业行政方面做出的辞退、开除、除名的处理不服的,可以要求依照国家有关处理劳动争议的规定办理。

工会参加企业的劳动争议调解工作。地方劳动争议仲裁组织应当有同级工会代表参加。

企业、事业单位侵犯职工劳动权益的、不提供劳动安全卫生条件的,工会应当代表职工与企业、事业单位交涉要求企业、事业单位采取措施予以改正;企业、事业单位应当予以研究处理,并向工会作出答复;企业、事业单位拒不改正的,工会可以请求当地人民政府依法作出处理。

工会依照国家规定对新建、扩建企业和技术改造工程中的劳动条件和安全卫生设施有权提出意见,企业或者主管部门应当认真处理。

工会发现企业违章指挥、强令工人冒险作业,或者生产过程中发现明显重大事故隐患和职业危害,有权提出解决的建议;当发现危及职工生命安全的情况时,有权向企业建议组织职工撤离危险现场,企业必须及时作出处理决定。

工会有权参加伤亡事故和其他严重危害职工健康问题的调查,向有关部门提出处理意见,并有权要求追究直接负责的行政领导人和有关责任人员的责任。

企业、事业单位发生停工、怠工事件,工会应当代表职工同企业、事业单位或者有关方面协商,解决职工提出的可以解决的合理的要求,尽快恢复正常生产秩序。

在第四章"基层工会组织"中规定:

企业、事业单位研究经营管理和发展的重大问题应当听取工会的意见;召开讨论有关工资、福利、劳动安全卫生、社会保险等涉及职工切身利益的会议,必须有工会代表参加。

xiaofangfa

【消防法】 消防法是国家为了预防火灾和减小火灾危害,保护公民人身、公共财产和公民财产的安全,维护公共安全、保障社会主义现代化建设的顺利进行而制订颁布的专门法律。1998 年 4 月 29 日九届全国人大常委会第二次会议通过,1998 年 9 月 1 日起施行。该法共七章四十九条。

1. 在总则中规定了消防工作方针和管理体制

消防工作贯彻预防为主、防消结合的方针,坚持专门机关与群众相结合的原则,实行防火安全责任制。

消防工作由国务院领导,由地方各级人民政府负责。各级人民政府应当将消防工作纳入国民经济和社会发展计划,保障消防工作与经济建设和社会发展相适应。

国务院公安部门对全国的消防工作实施监督管理,县级以上地方各级人民政府公安机关对本行政区域内的消防工作实施监督管理,并由本级人民政府公安机关消防机构负责实施。军事设施、矿井地下部分、核电厂的消防工作,由其主管单位监督管理。

任何单位、个人都有维护消防安全、保护消防设施、预防火灾、报告火警的义务。任何单位、成年公民都有参加有组织的灭火工作的义务。

各级人民政府应当经常进行消防宣传教育,提高公民的消防意识。

教育、安全等行政主管部门应当将消防知识纳入教学、培训内容。

新闻、出版、广播、电影、电视等有关主管部门,有进行消防安全宣传教育的义务。

2. 在火灾预防中规定

城市人民政府应当将包括消防安全布局、消防站、消防供水、消防通信、消防车通道、消防装备等内容的消防规划纳入城市总体规划,并负责组织有关主管部门实施。公共消防设施、消防装备不足或者不适应实际需要的,应当增建、改建、配置或者进行技术改造。

生产、储存和装卸易燃易爆危险物品的工厂、仓库和专用车站、码头,必须设置在城市的边缘或者相对独立的安全地带。易燃易爆气体和液体的充装站、供应站、调压站,应当设置在合理的位置,符合防火防爆要求。

原有的生产、储存和装卸易燃易爆危险物品的工厂、仓库和专用车站、码头,易燃易爆气体和液体的充装站、供应站、调压站,不符合前款规定的,有关单位应当采取措施,限期加以解决。

按照国家工程建筑消防技术标准需要进行消防设计的建筑工程,设计单位应当按照国家工程建筑消防技术标准进行设计,建设单位应当将建筑工程的消防设计图纸及有关资料报送公安消防机构审核;未经审核或者经审核不合格的,建设行政主管部门不得发给施工许可证,建设单位不得施工。

经公安消防机构审核的建筑工程消防设计需要变更的,应当报经原审核的公安消防机构核准;未经核准的,任何单位、个人不得变更。

按照国家工程建筑消防技术标准进行消防设计的建筑工程竣工时,必须经公安消防机构进行消防验收;未经验收或者经验收不合格的,不得投入使用。

建筑构件和建筑材料的防火性能必须符合国家标准或者行业标准。

公共场所室内装修、装饰根据国家工程建筑消防技术标准的规定,应当使用不燃、难燃材料的,必须选用依照产品质量法的规定确定的检验机构检验合格的材料。

歌舞厅、影剧院、宾馆、饭店、商场、集贸市场等公众聚集的场所,在使用或者开业前,应当向当地公安消防机构申报,经消防安全检查合格后,方可使用或者开业。

举办大型集会、焰火晚会、灯会等群众性活动,具有火灾危险的,主办单位应当制定灭火和应急疏散预案,落实消防安全措施,并向公安消防机构申报,经公安消防机构对活动现场进行消防安全检查合格后,方可举办。

机关、团体、企业、事业单位应当履行下列消防安全职责:①制定消防安全制度、消防安全操作规程;②实行防火安全责任制,确定本单位和所属各部门、岗位的消防安全责任人;③针对本单位的特点对职工进行消防宣传教育;④组织防火检查,及时消除火灾隐患;⑤按照国家有关规定配置消防设施和器材、设置消防安全标志,并定期组织检验、维修,确保消防设施和器材完好、有效;⑥保障疏散通道、安全出口畅通,并设置符合国家规定的消防安全疏散标志。

居民住宅区的管理单位,应当依照前款有关规定,履行消防安全职责,做好住宅区的消防安全工作。

在设有车间或者仓库的建筑物内,不得设置员工集体宿舍。

在设有车间或者仓库的建筑物内,已经设置员工集体宿舍的,应当限期加以解决。对于暂时确有困难的,应当采取必要的消防安全措施,经公安消防机构批

准后，可以继续使用。

县级以上地方各级人民政府公安机关消防机构应当将发生火灾可能性较大以及一旦发生火灾可能造成人身重大伤亡或者财产重大损失的单位，确定为本行政区域内的消防安全重点单位，报本级人民政府备案。

消防安全重点单位还应当履行下列消防安全职责：①建立防火档案，确定消防安全重点部位，设置防火标志，实行严格管理；②实行每日防火巡查，并建立巡查记录；③对职工进行消防安全培训；④制定灭火和应急疏散预案，定期组织消防演练。

生产、储存、运输、销售或者使用、销毁易燃易爆危险物品的单位、个人，必须执行国家有关消防安全的规定。

生产易燃易爆危险物品的单位，对产品应当附有燃点、闪点、爆炸极限等数据的说明书，并且注明防火防爆注意事项。对独立包装的易燃易爆危险物品应当贴附危险品标签。

进入生产、储存易燃易爆危险物品的场所，必须执行国家有关消防安全的规定。禁止携带火种进入生产、储存易燃易爆危险物品的场所。禁止非法携带易燃易爆危险物品进入公共场所或者乘坐公共交通工具。

储存可燃物资仓库的管理，必须执行国家有关消防安全的规定。

禁止在具有火灾、爆炸危险的场所使用明火；因特殊情况需要使用明火作业的，应当按照规定事先办理审批手续。作业人员应当遵守消防安全规定，并采取相应的消防安全措施。

进行电焊、气焊等具有火灾危险的作业的人员和自动消防系统的操作人员，必须持证上岗，并严格遵守消防安全操作规程。

消防产品的质量必须符合国家标准或者行业标准。禁止生产、销售或者使用未经依照产品质量法的规定确定的检验机构检验合格的消防产品。

禁止使用不符合国家标准或者行业标准的配件或者灭火剂维修消防设施和器材。

公安消防机构及其工作人员不得利用职务为用户指定消防产品的销售单位和品牌。

电器产品、燃气用具的质量必须符合国家标准或者作业标准。电器产品、燃气用具的安装使用和线路管路的设计、敷设，必须符合国家有关消防安全技术规定。

任何单位、个人不得损坏或者擅自挪用、拆除、停用消防设施、器材，不得埋压、圈占消火栓，不得占用防火间距，不得堵塞消防通道。

公用和城建等单位在修建道路以及停电、停水、截断通信线路时有可能影响消防队灭火救援的，必须事先通知当地公安消防机构。

3. 在消防组织中规定

各级人民政府应当根据经济和社会发展的需要，建立多种形式的消防组织，加强消防组织建设，增强扑救火灾的能力。

城市人民政府应当按照国家规定的消防站建设标准建立公安消防队、专职消防队，承担火灾扑救工作。

镇人民政府可以根据当地经济发展和消防工作的需要，建立专职消防队、义务消防队，承担火灾扑救工作。

公安消防队除保证完成本法规定的火灾扑救工作外，还应当参加其他灾害或者事故的抢险救援工作。

下列单位应当建立专职消防队，承担本单位的火灾扑救工作：①核电厂、大型发电厂、民用机场、大型港口；②生产、储存易燃易爆危险物品的大型企业；③储备可燃的重要物资的大型仓库、基地；④第一项、第二项、第三项规定以外的火灾危险性较大、距离当地公安消防队较远的其他大型企业；⑤距离当地公安消防队较远的列为全国重点文物保护单位的古建筑群的管理单位。

机关、团体、企业、事业单位以及乡、村可以根据需要，建立由职工或者村民组成的义务消防队。

公安消防机构应当对专职消防队、义务消防队进行业务指导，并有权指挥调动专职消防队参加火灾扑救工作。

4. 在灭火救援中规定

任何人发现火灾时，都应当立即报警。任何单位、个人都应当无偿为报警提供便利，不得阻拦报警。严禁谎报火警。

公共场所发生火灾时，该公共场所的现场工作人员有组织、引导在场群众疏散的义务。

发生火灾的单位必须立即组织力量扑救火灾。邻近单位应当给予支援。

消防队接到火警后，必须立即赶赴火场，救助遇险人员，排除险情，扑灭火灾。

公安消防机构在统一组织和指挥火灾的现场扑救时，火场总指挥员有权根据扑救火灾的需要，决定下列事项：①使用各种水源；②截断电力、可燃气体和液体的输送，限制用火用电；③划定警戒区，实行局部交通管制；④利用临近建筑物和有关设施；⑤为防止火灾蔓延，拆除或者破损毗邻火场的建筑物、构筑物；⑥调动供水、供电、医疗救护、交通运输等有关单位协助灭火救助。

扑救特大火灾时，有关地方人民政府应当组织有关人员、调集所需物资支援灭火。

公安消防队参加火灾以外的其他灾害或者事故的抢险救援工作，在有关地方人民政府的统一指挥下

实施。

消防车、消防艇前往执行火灾扑救任务或者执行其他灾害、事故的抢险救援任务时，不受行驶速度、行驶路线、行驶方向和指挥信号的限制，其他车辆、船舶以及行人必须让行，不得穿插、超越。交通管理指挥人员应当保证消防车、消防艇迅速通行。

对因参加扑救火灾受伤、致残或者死亡的人员，按照国家有关规定给予医疗、抚恤。

火灾扑灭后，公安消防机构有权根据需要封闭火灾现场，负责调查、认定火灾原因，核定火灾损失，查明火灾事故责任。

对于特大火灾事故，国务院或者省级人民政府认为必要时，可以组织调查。

5. 在法律责任中规定

违反本法的规定，有下列行为之一的，责令限期改正；逾期不改正的，责令停止施工、停止使用或者停产停业，可以并处罚款：①建筑工程的消防设计未经公安消防机构审核或者经审核不合格，擅自施工的；②依法应当进行消防设计的建筑工程竣工时未经消防验收或者经验收不合格，擅自使用的；③公众聚集的场所未经消防安全检查或者经检查不合格，擅自使用或者开业的。

单位有前款行为的，依照前款的规定处罚，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员处警告或者罚款。

违反本法的规定，擅自举办大型集会、焰火晚会、灯会等群众性活动，具有火灾危险的，公安消防机构应当责令当场改正；当场不能改正的，应当责令停止举办，可以并处罚款。

单位有前款行为的，依照前款的规定处罚，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员处警告或者罚款。

违反本法的规定，擅自降低消防技术标准施工、使用防火性能不符合国家标准或者行业标准的建筑构件和建筑材料或者不合格的装修、装饰材料施工的，责令限期改正；逾期不改正的，责令停止施工，可以并处罚款。

单位有前款行为的，依照前款的规定处罚，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员处警告或者罚款。

机关、团体、企业、事业单位违反本法的规定，未履行消防安全职责的，责令限期改正；逾期不改正的，对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予行政处分或者处警告。

营业性场所有下列行为之一的，责令限期改正；逾期不改正的，责令停产停业，可以并处罚款，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员处罚款：①对火灾隐患不及时消除的；②不按照国家有关规定，配置消防设施和器材的；③不能保障疏散通道、安全出口畅通的。

在设有车间或者仓库的建筑物内设置员工集体宿舍的，依规定处罚。

违反本法的规定，生产、销售未经依照产品质量法的规定确定的检验机构检验合格的消防产品的，责令停止违法行为，没收产品和违法所得，依照产品质量法的规定从重处罚。

维修、检测消防设施、器材的单位，违反消防安全技术规定，进行维修、检测的，责令限期改正，可以并处罚款，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员处警告或者罚款。

电器产品、燃气用具的安装或者线路、管路的敷设不符合消防安全技术规定的，责令限期改正；逾期不改正的，责令停止使用。

违反本法的规定，生产、储存、运输、销售或者使用、销毁易燃易爆危险物品的，责令停止违法行为，可以处警告、罚款或者 15 日以下拘留。

单位有前款行为的，责令停止违法行为，可以处警告或者罚款，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员依照前款的规定处罚。

违反本法的规定，有下列行为之一的，处警告、罚款或者 10 日以下拘留：①违反消防安全规定进入生产、储存易燃易爆危险物品场所的；②违法使用明火作业或者在具有火灾、爆炸危险的场所违反禁令，吸烟、使用明火的；③阻拦报火警或者谎报火警的；④故意阻碍消防车、消防艇赶赴火灾现场或者扰乱火灾现场秩序的；⑤拒不执行火场指挥员指挥，影响灭火救灾的；⑥过失引起火灾，尚未造成严重损失的。

违反本法的规定，有下列行为之一的，处警告或者罚款：①指使或者强令他人违反消防安全规定，冒险作业，尚未造成严重后果的；②埋压、圈占消火栓或者占用防火间距、堵塞消防通道的，或者损坏和擅自挪用、拆除、停用消防设施、器材的；③有重大火灾隐患，经公安消防机构通知逾期不改正的。

单位有前款行为的，依照前款的规定处罚，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员处警告或者罚款。

公共场所发生火灾时，该公共场所的现场工作人员不履行组织、引导在场群众疏散的义务，造成人身伤亡，尚不构成犯罪的，处 15 日以下拘留。

推卸责任，故意破坏现场或者伪造现场，尚不构成犯罪的，处警告、罚款或者 15 日以下拘留。

单位有前款行为的，处警告或者罚款，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员依照前款的规定处罚。

对违反本法规定行为的处罚，由公安消防机构裁决。对给予拘留的处罚，由公安机关依照治安管理处罚条例的规定裁决。

责令停产停业，对经济和社会生活影响较大的，由公安消防机构报请当地人民政府依法决定，由公安消防机构执行。

公安消防机构的工作人员在消防工作中滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊，有下列行为之一，给国家和人民利益造成损失，尚不构成犯罪的，依法给予行政处分：①对不符合国家建筑工程消防技术标准的消防设计、建筑工程通过审核、验收的；②对应当依法审核、验收的消防设计、建筑工程，故意拖延，不予审核、验收的；③发现火灾隐患不及时通知有关单位或者个人改正的；④利用职务为用户指定消防产品的销售单位、品牌或者指定建筑消防设施施工单位的；⑤其他滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊的行为。

有违反本法行为，构成犯罪的，依法追究刑事责任。

sheji anquan shengchan laodong baobu neirong de jibengfa

【涉及安全生产、劳动保护内容的基本法】①

我国已颁布施行的涉及安全生产、劳动保护内容的法律，除了上述介绍的之外，其他有关的基本法如下：

1. 国家法类有：中华人民共和国残疾人保障法；中华人民共和国未成年人保护法；中华人民共和国妇女权益保障法；中华人民共和国国家赔偿法。

2. 经济法类有：中华人民共和国全民所有制工业企业法；中华人民共和国中外合作经营企业法；中华人民共和国公司法；中华人民共和国乡镇企业法；中华人民共和国外资企业法；中华人民共和国中外合资经营企业法；中华人民共和国消费者权益保护法。

3. 行政法类有：中华人民共和国行政许可法；中华人民共和国行政处罚法；中华人民共和国行政监察法；中华人民共和国行政复议法；中华人民共和国人民警察法；中华人民共和国枪支管理法；中华人民共和国标准化法；中华人民共和国产品质量法；中华人民共和国药品管理法；中华人民共和国食品卫生法；中华人民共和国科学技术进步法；中华人民共和国促进科技成果转化法；中华人民共和国矿产资源法；中华人民共和国煤炭法；中华人民共和国电力法；中华人民共和国海上交通安全法；中华人民共和国建筑法；中华人民共和国铁路法；中华人民共和国民用航空法；中华人民共和国公路法；中华人民共和国森林法；中华人民共和国草原法；中华人民共和国农业法；中华人民共和国环境保护法；中华人民共和国水污染防治法；中华人民共和国水法；中华人民共和国海洋环境保护法；中华人民共和国清洁生产促进法；中华人民共和国城市规划法；中华人民共和国固体废物污染环境防治法；中华人民共和国环境噪声污染防治法；中华人民共和国大气污染防治法；中华人民共和国防洪法；中华人民共和国防震减灾法。

4. 诉讼仲裁法类有：中华人民共和国民事诉讼法；中华人民共和国行政诉讼法；中华人民共和国刑事诉讼法；中华人民共和国仲裁法。

gongchang anquan weisheng guicheng

【工厂安全卫生规程】② 国务院于1956年5月25日批准公布并施行的《工厂安全卫生规程》，是为了改善工厂的劳动条件，保护工人职员的安全和健康，保证劳动生产率的提高而制定。该规程分为11章，共89条，对工厂安全、卫生设施和管理方面的一些共同性的问题提出了要求，做了规定。主要内容包括总则、厂院、工作场所安全卫生、机械设备安全、电气设备安全、锅炉和气瓶安全、气体、粉尘和危险物品安全、供水和生产辅助设施的安全卫生、个人防护用品等。

minyong baozha wupin guanli tiaoli

【民用爆炸物品管理条例】③ 国务院于1984年1月6日批准公布并施行的《民用爆炸物品管理条例》，是为了严格管理民用爆炸物品，预防爆炸事故的发生，保障社会主义建设和人民生命财产安全的重要法规。该条例内容共9章45条，包括总则，爆炸器材的生产，爆炸器材的储存，爆破器材的销售和购买，爆炸器材的运输，爆炸器材的使用，黑火药、烟火剂、民用信号弹和烟花爆竹，惩处及附则。这个条例除了惩处犯罪分子利用爆炸物品进行故意犯罪活动的有关规定外，其他各项规定都是安全生产工作必须遵守的。

weixian huaxuepin anquan guanli tiaoli

【危险化学品安全管理条例】④ 国务院于2002年1月26日批准公布，自2002年3月15日

---

① 本文介绍的基本法的详细内容，请查阅中国劳动社会保障出版社出版的"国家安全生产、劳动保护法制教育丛书"(共18册)、"安全生产、劳动保护政策法规系列专辑"(第一批共出版40册)

② 该规程全文请查阅中国劳动社会保障出版社出版的《职业卫生与职业病防治监督管理法规读本》一书。

③ 该条例全文请查阅中国劳动社会保障出版社出版的《防火防爆—化学危险品安全管理法规读本》《易燃易爆物品安全管理专辑》。

④ 该条例全文请查阅中国劳动社会保障出版社出版的《安全生产、劳动保护综合管理法规读本》一书。与该条例配套的国家有关法规标准，请查阅中国劳动社会保障出版社出版的《危险化学品安全生产专辑》《危险化学品安全运输与使用专辑》《危险化学品登记、经营许可证、包装物(容器)管理专辑》《易燃易爆物品安全管理专辑》。

起施行的危险化学品安全管理条例，是为了加强对危险化学品的安全管理，保障人民生命、财产安全，保护环境而制定。凡在中华人民共和国境内生产、经营、储存、运输、使用危险化学品和处置废弃危险化学品，必须遵守该条例和国家有关安全生产的法律、其他行政法规的规定。该条例所称危险化学品，包括爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物、有毒品和腐蚀品等。危险化学品列入以国家标准公布的《危险货物品名表》(GB 12268)；剧毒化学品目录和未列入《危险货物品名表》的其他危险化学品，由国务院经济贸易综合管理部门会同国务院公安、环境保护、卫生、质检、交通部门确定并公布。

该条例有总则，危险化学品的生产、储存和使用，危险化学品的经营，危险化学品的运输，危险化学品的登记与事故应急救援、法律责任，附则等七章共计74条。

shiyong youdu wupin zuoye changsuo laodong baohu tiaoli
【使用有毒物品作业场所劳动保护条例】①

国务院于2002年5月12日批准公布并施行的《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》，是为了保证作业场所安全使用有毒物品，预防、控制和消除职业中毒危害，保护劳动者的生命安全、身体健康及其相关权益，根据职业病防治法和其他有关法律、行政法规的规定而制定。凡作业场所使用有毒物品可能产生职业中毒危害的劳动保护，适用该条例。该条例有：总则、作业场所的预防措施、劳动过程的防护、职业健康监护、劳动者的权利与义务、监督管理、罚则、附则等八章71条。

tezhong shebei anquan jiancha tiaoli
【特种设备安全监察条例】② 国务院于2003年2月19日通过并公布、自2003年6月1日起施行的《特种设备安全监察条例》，是为了加强特种设备的安全监察，防止和减少事故，保障人民群众生命和财产安全，促进经济发展而制定。该条例所称特种设备是指涉及生命安全、危险性较大的锅炉、压力容器(含气瓶，下同)、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施。前款特种设备的目录由国务院负责特种设备安全监督管理的部门(以下简称国务院特种设备安全监督管理部门)制定，报国务院批准后执行。特种设备的生产(含设计、制造、安装、改造、维修，下同)、使用、检验检测及其监督检查，应当遵守本条例，但该条例另有规定的除外。军事装备、核设施、航空航天器、铁路机车、海上设施和船舶以及煤矿矿井使用的特种设备的安全监察不适用该条例。房屋建筑工地和市政工程工地用起重机械的安装、使用的监督管理，由建设行政主管部门依照有关法律、法规的规定执行。

该条例有：总则、特种设备的生产、特种设备的使用、检验检测、监督检查、法律责任、附则等七章91条。

guowuyuan guanyu teda anquan shigu xingzheng zeren zhui jiu de guiding
【国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定】③ 2001年4月21日起施行的《国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定》，是为了有效地防范特大安全事故的发生，严肃追究特大安全事故的行政责任，保障人民群众生命、财产安全而制定。地方人民政府主要领导人和政府有关部门正职负责人对下列特大安全事故的防范、发生，依照法律、行政法规和该规定的规定有失职、渎职情形或者负有领导责任的，依照该规定给予行政处分；构成玩忽职守罪或者其他罪的，依法追究刑事责任：①特大火灾事故；②特大交通安全事故；③特大建筑质量安全事故；④民用爆炸物品和化学危险品特大安全事故；⑤煤矿和其他矿山特大安全事故；⑥锅炉、压力容器、压力管道和特种设备特大安全事故；⑦其他特大安全事故。

地方人民政府和政府有关部门对特大安全事故的防范、发生直接负责的主管人员和其他直接责任人员，比照该规定给予行政处分；构成玩忽职守罪或者其他罪的，依法追究刑事责任。

特大安全事故肇事单位和个人的刑事处罚、行政处罚和民事责任，依照有关法律、法规和规章的规定执行。该规定共计有24条。

gong shang bao xian tiao li
【工伤保险条例】 自2004年1月1日起施行的《工伤保险条例》，是为了保障因工作遭受事故伤害或者患职业病的职工获得医疗救治和经济补偿，促进工作预防和职业康复，分散用人单位的工伤风险而制定。其主要内容如下：

1. 在总则中规定

中华人民共和国境内的各类企业、有雇工的个体工商户(以下称用人单位)应当依照该条例规定参加工伤保险，为本单位全部职工或者雇工(以下称职工)缴纳工伤保险费。中华人民共和国境内的各类企业的职工和个体工商户的雇工，均有依照该条例的规定享受工伤保险待遇的权利。有雇工的个体工商户参加工伤保险的具体步骤的实施办法，由省、自治区、直辖市人民政府规定。

---

① 该条例全文请查阅中国劳动社会保障出版社出版的《职业卫生职业病防治监督管理法规读本》一书。

② 该条例全文请查阅中国劳动社会保障出版社出版的《特种设备安全监察条例》一书。

③ 该规定全文请查阅中国劳动社会保障出版社出版的《安全生产、劳动保护综合管理法规读本》一书。

工伤保险费的征缴按照《社会保险费征缴暂行条例》关于基本养老保险费、基本医疗保险费、失业保险费的征缴规定执行。

用人单位应当将参加工伤保险的有关情况在本单位内公示。用人单位和职工应当遵守有关安全生产和职业病防治的法律法规,执行安全卫生规程和标准,预防工伤事故发生,避免和减少职业病危害。职工发生工伤时,用人单位应当采取措施使工伤职工得到及时救治。

国务院劳动保障行政部门负责全国的工伤保险工作。县级以上地方各级人民政府劳动保障行政部分负责本行政区域内的工伤保险工作。劳动保障行政部门按照国务院有关规定设立的社会保险经办机构(以下称经办机构)具体承办工伤保险事务。

劳动保障行政部门等部门制定工伤保险的政策、标准,应当征求工会组织、用人单位代表的意见。

2. 工伤保险基金

工伤保险基金由用人单位缴纳的工伤保险费、工伤保险基金的利息和依法纳入工伤保险基金的其他资金构成。

工伤保险费根据以支定收、收以平衡的原则,确定费率。国家根据不同行业的工伤风险程度确定行业的差别费率,并根据工伤保险费使用、工伤发生率等情况在每个行业内确定若干费率档次。行业差别费率及行业内费率档次由国务院劳动保障行政部门会同国务院财政部门、卫生行政部门、安全生产监督管理部门制定,报国务院批准后公布施行。统筹地区经办机构根据用人单位工伤保险费使用、工伤发生率等情况,适用所属行业内相应的费率档次确定单位缴费费率。

国务院劳动保障行政部门应当定期了解全国各统筹地区工伤保险基金收支情况,及时会同国务院财政部门、卫生行政部门、安全生产监督管理部门提出调整行业差别费率及行业内费率档次的方案,报国务院批准后公布施行。

用人单位应当按时缴纳工伤保险费。职工个人不缴纳工伤保险费。用人单位缴纳工伤保险费的数额为本单位职工工资总额乘以单位缴费费率之积。

工伤保险基金在直辖市和设区的市实行全市统筹,其他地区的统筹层次由省、自治区人民政府确定。跨地区、生产流动性较大的行业,可以采取相对集中的方式异地参加统筹地区的工伤保险。具体办法由国务院劳动保障行政部门会同有关行业的主管部门制定。

工伤保险基金存入社会保障基金财政专户,用于本条例规定的工伤保险待遇、劳动能力鉴定以及法律、法规规定的用于工伤保险的其他费用的支付。任何单位或者个人不得将工伤保险基金用于投资运营、兴建或者改建办公场所、发放奖金,或者挪作其他用途。

工伤保险基金应当留有一定比例的储备金,用于统筹地区重大事故的工伤保险待遇支付;储备金不足支付的,由统筹地区的人民政府垫付。储备金占基金总额的具体比例和储备金的使用办法,由省、自治区、直辖市人民政府规定。

3. 工伤认定

职工有下列情形之一的,应当认定为工伤:①在工作时间和工作场所内,因工作原因受到事故伤害的;②工作时间前后在工作场所内,从事与工作有关的预备性或者收尾性工作受到事故伤害的;③在工作时间和工作场所内,因履行工作职责受到暴力等意外伤害的;④患职业病的;⑤因工外出期间,由于工作原因受到伤害或者发生事故下落不明的;⑥在上下班途中,受到机动车事故伤害的;⑦法律、行政法规规定应当认定为工伤的其他情形。

职工有下列情形之一的,视同工伤:①在工作时间和工作岗位,突发疾病死亡或者在48小时之内经抢救无效死亡的;②在抢险救灾等维护国家利益、公共利益活动中受到伤害的;③职工原在军队服役,因战、因公负伤致残,已取得革命伤残军人证,到用人单位后旧伤复发的。

职工有前款第①项、第②项情形的,按照本条例的有关规定享受工伤保险待遇;职工有前款第③项情形的,按照本条例的有关规定享受除一次性伤残补助金以外的工伤保险待遇。

职工有下列情形之一的,不得认定为工伤或者视同工伤:①因犯罪或者违反治安管理伤亡的;②醉酒导致伤亡的;③自残或者自杀的。

职工发生事故伤害或者按照职业病防治法规定被诊断、鉴定为职业病,所在单位应当自事故伤害发生之日或者被诊断、鉴定为职业病之日起30日内,向统筹地区劳动保障行政部门提出工伤认定申请。遇有特殊情况,经报劳动保障行政部门同意,申请时限可以适当延长。用人单位未按前款规定提出工伤认定申请的,工伤职工或者其直系亲属、工会组织在事故伤害发生之日或者被诊断、鉴定为职业病之日起1年内,可以直接向用人单位所在地统筹地区劳动保障行政部门提出工伤认定申请。按照本条第一款规定应当由省级劳动保障行政部门进行工伤认定的事项,根据属地原则由用人单位所在地的设区的市级劳动保障行政部门办理。用人单位未在本条第一款规定的时限内提交工伤认定申请,在此期间发生符合本条例规定的工伤待遇等有关费用由该用人单位负担。

提出工伤认定申请应当提交下列材料:①工伤认定申请表;②与用人单位存在劳动关系(包括事实劳动关系)的证明材料;③医疗诊断证明或者职业病诊断证明书(或者职业病诊断鉴定书)。工伤认定申请

表应当包括事故发生的时间、地点、原因以及职工伤害程度等基本情况。工伤认定申请人提供材料不完整的，劳动保障行政部门应当一次性书面告知工伤认定申请人需要补正的全部材料。申请人按照书面告知要求补正材料后，劳动保障行政部门应当受理。

劳动保障行政部门受理工伤认定申请后，根据审核需要可以对事故伤害进行调查核实，用人单位、职工、工会组织、医疗机构以及有关部门应当予以协助。职业病诊断和诊断争议的鉴定，依照职业病防治法的有关规定执行。对依法取得职业病诊断证明书或者职业病诊断鉴定书的，劳动保障行政部门不再进行调查核实。职工或者其直系亲属认为是工伤，用人单位不认为是工伤的，由用人单位承担举证责任。

劳动保障行政部门应当自受理工伤认定申请之日起60日内作出工伤认定的决定，并书面通知申请工伤认定的职工或者其直系亲属和该职工所在单位。劳动保障行政部门工作人员与工伤认定申请人有利害关系的，应当回避。

4. 劳动能力鉴定

职工发生工伤，经治疗伤情相对稳定后存在残疾、影响劳动能力的，应当进行劳动能力鉴定。

劳动能力鉴定是指劳动功能障碍程度和生活自理障碍程度的等级鉴定。劳动功能障碍分为10个伤残等级，最重的为一级，最轻的为十级。生活自理障碍分为3个等级：生活完全不能自理、生活大部分不能自理和生活部分不能自理。劳动能力鉴定标准由国务院劳动保障行政部门会同国务院卫生行政部门等部门制定。

劳动能力鉴定由用人单位、工伤职工或者其直系亲属向设区的市级劳动能力鉴定委员会提出申请，并提供工伤认定决定和职工工伤医疗的有关资料。

省、自治区、直辖市劳动能力鉴定委员会和设区的市级劳动能力鉴定委员会分别由省、自治区、直辖市和设区的市级劳动保障行政部门、人事行政部门、卫生行政部口、工会组织、经办机构代表以及用人单位代表组成。劳动能力鉴定委员会建立医疗卫生专家库。列入专家库的医疗卫生专业技术人员应当具备下列条件：①具有医疗卫生高级专业技术职务任职资格；②掌握劳动能力鉴定的相关知识；③具有良好的职业品德。

设区的市级劳动能力鉴定委员会收到劳动能力鉴定申请后，应当从其建立的医疗卫生专家库中随机抽取3名或者5名相关专家组成专家组，由专家组提出鉴定意见。设区的市级劳动能力鉴定委员会根据专家组的鉴定意见作出工伤职工劳动能力鉴定结论；必要时，可以委托具备资格的医疗机构协助进行有关的诊断。设区的市级劳动能力鉴定委员会应当自收到劳动能力鉴定申请之日起60日内作出劳动能力鉴定结论，必要时，作出劳动能力鉴定结论的期限可以延长30日。劳动能力鉴定结论应当及时送达申请鉴定的单位和个人。

申请鉴定的单位或者个人对设区的市级劳动能力鉴定委员会作出的鉴定结论不服的，可以在收到该鉴定结论之日起15日内向省、自治区、直辖市劳动能力鉴定委员会提出再次鉴定申请。省、自治区、直辖市劳动能力鉴定委员会作出的劳动能力鉴定结论为最终结论。

劳动能力鉴定工作应当客观、公正。劳动能力鉴定委员会组成人员或者参加鉴定的专家与当事人有利害关系的，应当回避。

自劳动能力鉴定结论作出之日起1年后，工伤职工或者其直系亲属、所在单位或者经办机构认为伤残情况发生变化的，可以申请劳动能力复查鉴定。

5. 工伤保险待遇

职工因工作遭受事故伤害或者患职业病进行治疗，享受工伤医疗待遇。职工治疗工伤应当在签订服务协议的医疗机构就医，情况紧急时可以先到就近的医疗机构急救。治疗工伤所需费用符合工伤保险诊疗项目目录、工伤保险药品目录、工伤保险住院服务标准的，从工伤保险基金支付。工伤保险诊疗项目目录、工伤保险药品目录、工伤保险住院服务标准，由国务院劳动保障行政部门会同国务院卫生行政部门、药品监督管理部门等部门规定。职工住院治疗工伤的，由所在单位按照本单位因公出差伙食补助标准的70%发给住院伙食补助费；经医疗机构出具证明，报经办机构同意，工伤职工到统筹地区以外就医的，所需交通、食宿费用由所在单位按照本单位职工因公出差标准报销。工伤职工治疗非工伤引发的疾病，不享受工伤医疗待遇，按照基本医疗保险办法处理。工伤职工到签订服务协议的医疗机构进行康复性治疗的费用，符合本条第三款规定的，从工伤保险基金支付。

工伤职工因日常生活或者就业需要，经劳动能力鉴定委员会确认，可以安装假肢、矫形器、假眼、假牙和配置轮椅等辅助器具，所需费用按照国家规定的标准从工伤保险基金支付。

职工因工作遭受事故伤害或者患职业病需要暂停工作接受工伤医疗的，在停工留薪期内，原工资福利待遇不变，由所在单位按月支付。停工留薪期一般不超过12个月。伤情严重或者情况特殊，经设区的市级劳动能力鉴定委员会确认，可以适当延长，但延长不得超过12个月。工伤职工评定伤残等级后，停发原待遇，按照本章的有关规定享受伤残待遇。工伤职工在停工留薪期满后仍需治疗的，继续享受工伤医疗待遇。生活不能自理的工伤职工在停工留薪期需要护理的，由所在单位负责。

工伤职工已经评定伤残等级并经劳动能力鉴定委员会确认需要生活护理的，从工伤保险基金按月支付生活护理费。生活护理费按照生活完全不能自理、生活大部分不能自理或者生活部分不能自理3个不同等级支付，其标准分别为统筹地区上年度职工月平均工资的50%、40%或者30%。

职工因工致残被鉴定为一级至四级伤残的，保留劳动关系，退出工作岗位，享受以下待遇：①从工伤保险基金按伤残等级支付一次性伤残补助金，标准为：一级伤残为24个月的本人工资，二级伤残为22个月的本人工资，三级伤残为20个月的本人工资，四级伤残为18个月的本人工资；②从工伤保险基金按月支付伤残津贴，标准为：一级伤残为本人工资的90%，二级伤残为本人工资的85%，三级伤残为本人工资的80%，四级伤残为本人工资的75%；伤残津贴实际金额低于当地最低工资标准的，由工伤保险基金补足差额；③工伤职工达到退休年龄并办理退休手续后，停发伤残津贴，享受基本养老保险待遇。基本养老保险待遇低于伤残津贴的，由工伤保险基金补足差额。职工因工致残被鉴定为一级至四级伤残的，由用人单位和职工个人以伤残津贴为基数，缴纳基本医疗保险费。

职工因工致残被鉴定为五级、六级伤残的，享受以下待遇：①从工伤保险基金按伤残等级支付一次性伤残补助金，标准为：五级伤残为16个月的本人工资，六级伤残为14个月的本人工资。②保留与用人单位的劳动关系，由用人单位安排适当工作。难以安排工作的，由用人单位按月发给伤残津贴，标准为：五级伤残为本人工资的70%，六级伤残为本人工资的60%，并由用人单位按照规定为其缴纳应缴纳的各项社会保险费。伤残津贴实际金额低于当地最低工资标准的，由用人单位补足差额。经工伤职工本人提出，该职工可以与用人单位解除或者终止劳动关系，由用人单位支付一次性工伤医疗补助金和伤残就业补助金。具体标准由省、自治区、直辖市人民政府规定。

职工因工致残被鉴定为七级至十级伤残的，享受以下待遇：①从工伤保险基金按伤残等级支付一次性伤残补助金，标准为：七级伤残为12个月的本人工资，八级伤残为10个月的本人工资，九级伤残为8个月的本人工资，十级伤残为6个月的本人工资；②劳动合同期满终止，或者职工本人提出解除劳动合同的，由用人单位支付一次性工伤医疗补助金和伤残就业补助金。具体标准由省、自治区、直辖市人民政府规定。

工伤职工工伤复发，确认需要治疗的，享受本条例第二十九条、第三十条和第三十一条规定的工伤待遇。

职工因工死亡，其直系亲属按照下列规定从工伤保险基金领取丧葬补助金、供养亲属抚恤金和一次性工亡补助金：①丧葬补助金为6个月的统筹地区上年度职工月平均工资。②供养亲属抚恤金按照职工本人工资的一定比例发给由因工死亡职工生前提供主要生活来源、无劳动能力的亲属。标准为：配偶每月40%，其他亲属每人每月30%，孤寡老人或者孤儿每人每月在上述标准的基础上增加10%；核定的各供养亲属的抚恤金之和不应高于因工死亡职工生前的工资；供养亲属的具体范围由国务院劳动保障行政部门规定。③一次性工亡补助金标准为48个月至60个月的统筹地区上年度职工月平均工资。具体标准由统筹地区的人民政府根据当地经济、社会发展状况规定，报省、自治区、直辖市人民政府备案。伤残职工在停工留薪期内因工伤导致死亡的，其直系亲属享受本条第一款规定的待遇。一级至四级伤残职工在停工留薪期满后死亡的，其直系亲属可以享受本条第一款第①项、第②项规定的待遇。

伤残津贴、供养亲属抚恤金、生活护理费由统筹地区劳动保障行政部门根据职工平均工资和生活费用变化等情况适时调整。调整办法由省、自治区、直辖市人民政府规定。

职工因工外出期间发生事故或者在抢险救灾中下落不明的，从事故发生当月起3个月内照发工资，从第4个月起停发工资，由工伤保险基金向其供养亲属按月支付供养亲属抚恤金。生活有困难的，可以预支一次性工亡补助金的50%。职工被人民法院宣告死亡的，按照本条例第三十七条职工因工死亡的规定处理。

工伤职工有下列情形之一的，停止享受工伤保险待遇：①丧失享受待遇条件的；②拒不接受劳动能力鉴定的；③拒绝治疗的；④被判刑正在收监执行的。

用人单位分立、合并、转让的，承继单位应当承担原用人单位的工伤保险责任；原用人单位已经参加工伤保险的，承继单位应当到当地经办机构办理工伤保险变更登记。用人单位实行承包经营的，工伤保险责任由职工劳动关系所在单位承担。职工被借调期间受到工伤事故伤害的，由原用人单位承担工伤保险责任，但原用人单位与借调单位可以约定补偿办法。企业破产的，在破产清算时优先拨付依法应由单位支付的工伤保险待遇费用。

职工被派遣出境工作，依据前往国家或者地区的法律应当参加当地工伤保险的，参加当地工伤保险，其国内工伤保险关系中止；不能参加当地工伤保险的，其国内工伤保险关系不中止。

职工再次发生工伤，根据规定应当享受伤残津贴的，按照新认定的伤残等级享受伤残津贴待遇。

6. 监督管理

经办机构具体承办工伤保险事务，履行下列职责：①根据省、自治区、直辖市人民政府规定，征收工伤保险费；②核查用人单位的工资总额和职工人数，办理工

伤保险登记，并负责保存用人单位缴费和职工享受工伤保险待遇情况的记录；③进行工伤保险的调查、统计；④按照规定管理工伤保险基金的支出；⑤按照规定核定工伤保险待遇；⑥为工伤职工或者其直系亲属免费提供咨询服务。

经办机构与医疗机构、辅助器具配置机构在平等协商的基础上签订服务协议，并公布签订服务协议的医疗机构、辅助器具配置机构的名单。具体办法由国务院劳动保障行政部门分别会同国务院卫生行政部门、民政部门等部门制定。

经办机构按照协议和国家有关目录、标准对工伤职工医疗费用、康复费用、辅助器具费用的使用情况进行核查，并按时足额结算费用。

经办机构应当定期公布工伤保险基金的收支情况，及时向劳动保障行政部门提出调整费率的建议。

劳动保障行政部门、经办机构应当定期听取工伤职工、医疗机构、辅助器具配置机构以及社会各界对改进工伤保险工作的意见。

劳动保障行政部门依法对工伤保险费的征缴和工伤保险基金的支付情况进行监督检查。财政部门和审计机关依法对工伤保险基金的收支、管理情况进行监督。

任何组织和个人对有关工伤保险的违法行为，有权举报。劳动保障行政部门对举报应当及时调查，按照规定处理，并为举报人保密。

工会组织依法维护工伤职工的合法权益，对用人单位的工伤保险工作实行监督。

职工与用人单位发生工伤待遇方面的争议，按照处理劳动争议的有关规定处理。

有下列情形之一的，有关单位和个人可以依法申请行政复议；对复议决定不服的，可以依法提起行政诉讼：①申请工伤认定的职工或者其直系亲属、该职工所在单位对工伤认定结论不服的；②用人单位对经办机构确定的单位缴费费率不服的；③签订服务协议的医疗机构、辅助器具配置机构认为经办机构未履行有关协议或者规定的；④工伤职工或者其直系亲属对经办机构核定的工伤保险待遇有异议的。

7. 法律责任

单位或者个人违反本条例第十二条规定挪用工伤保险基金，构成犯罪的，依法追究刑事责任；尚不构成犯罪的，依法给予行政处分或者纪律处分。被挪用的基金由劳动保障行政部门追回，并人工伤保险基金；没收的违法所得依法上缴国库。

劳动保障行政部门工作人员有下列情形之一的，依法给予行政处分；情节严重，构成犯罪的，依法追究刑事责任：①无正当理由不受理工伤认定申请，或者弄虚作假将不符合工伤条件的人员认定为工伤职工的；②未妥善保管申请工伤认定的证据材料，致使有关证据灭失的；③收受当事人财物的。

经办机构有下列行为之一的，由劳动保障行政部门责令改正，对直接负责的主管人员和其他责任人员依法给予纪律处分；情节严重，构成犯罪的，依法追究刑事责任；造成当事人经济损失的，由经办机构依法承担赔偿责任：①未按规定保存用人单位缴费和职工享受工伤保险待遇情况记录的；②不按规定核定工伤保险待遇的；③收受当事人财物的。

医疗机构、辅助器具配置机构不按服务协议提供服务的，经办机构可以解除服务协议。经办机构不按时足额结算费用的，由劳动保障行政部门责令改正；医疗机构、辅助器具配置机构可以解除服务协议。

用人单位瞒报工资总额或者职工人数的，由劳动保障行政部门责令改正，并处瞒报工资数额 1 倍以上 3 倍以下的罚款。用人单位、工伤职工或者其直系亲属骗取工伤保险待遇，医疗机构、辅助器具配置机构骗取工伤保险基金支出的，由劳动保障行政部门责令退还，并处骗取金额 1 倍以上 3 倍以下的罚款；情节严重，构成犯罪的，依法追究刑事责任。

从事劳动能力鉴定的组织或者个人有下列情形之一的，由劳动保障行政部门责令改正，并处 2 000 元以上 1 万元以下的罚款；情节严重，构成犯罪的，依法追究刑事责任：①提供虚假鉴定意见的；②提供虚假诊断证明的；③收受当事人财物的。

用人单位依照本条例规定应当参加工伤保险而未参加的，由劳动保障行政部门责令改正；未参加工伤保险期间用人单位职工发生工伤的，由该用人单位按照本条例规定的工伤保险待遇项目和标准支付费用。

8. 附则

该条例所称职工，是指与用人单位存在劳动关系(包括事实劳动关系)的各种用工形式、各种用工期限的劳动者。本条例所称工资总额，是指用人单位直接支付给本单位全部职工的劳动报酬总额。本条例所称本人工资，是指工伤职工因工作遭受事故伤害或者患职业病前 12 个月平均月缴费工资。本人工资高于统筹地区职工平均工资 300% 的，按照统筹地区职工平均工资的 300% 计算；本人工资低于统筹地区职工平均工资 60% 的，按照统筹地区职工平均工资的 60% 计算。

国家机关和依照或者参照国家公务员制度进行人事管理的事业单位、社会团体的工作人员因工作遭受事故伤害或者患职业病的，由所在单位支付费用。具体办法由国务院劳动保障行政部门会同国务院人事行政部门、财政部门规定。其他事业单位、社会团体以及各类民办非企业单位的工伤保险等办法，由国务院劳动保障行政部门会同国务院人事行政部门、民政部门、

财政部门等部门参照本条例另行规定，报国务院批准后施行。

无营业执照或者未经依法登记、备案的单位以及被依法吊销营业执照或者撤销登记、备案的单位的职工受到事故伤害或者患职业病的，由该单位向伤残职工或者死亡职工的直系亲属给予一次性赔偿，赔偿标准不得低于本条例规定的工伤保险待遇；用人单位不得使用童工，用人单位使用童工造成童工伤残、死亡的，由该单位向童工或者童工的直系亲属给予一次性赔偿，赔偿标准不得低于本条例规定的工伤保险待遇。具体办法由国务院劳动保障行政部门规定。前款规定的伤残职工或者死亡职工的直系亲属就赔偿数额与单位发生争议的，以及前款规定的童工或者童工的直系亲属就赔偿数额与单位发生争议的，按照处理劳动争议的有关规定处理。

该条例自 2004 年 1 月 1 日起施行。该条例施行前已受到事故伤害或者患职业病的职工尚未完成工伤认定的，按照该条例的规定执行。

an quan sheng chan xu ke zheng tiao li

【安全生产许可证条例】 由国务院于 2004 年 1 月 19 日批准公布并施行的《安全生产许可证条例》，是为了严格规范安全生产条件，进一步加强安全生产监督管理，防止和减少生产安全事故，根据《中华人民共和国安全生产法》的有关规定而制定。其主要内容如下：

国家对矿山企业、建筑施工企业和危险化学品、烟花爆竹、民用爆破器材生产企业（以下统称企业）实行安全生产许可制度。企业未取得安全生产许可证的，不得从事生产活动。

国务院安全生产监督管理部门负责中央管理的非煤矿矿山企业和危险化学品、烟花爆竹生产企业安全生产许可证的颁发和管理。省、自治区、直辖市人民政府安全生产监督管理部门负责前款规定以外的非煤矿矿山企业和危险化学品、烟花爆竹生产企业安全生产许可证的颁发和管理，并接受国务院安全生产监督管理部门的指导和监督。国家煤矿安全监察机构负责中央管理的煤矿企业安全生产许可证的颁发和管理。在省、自治区、直辖市设立的煤矿安全监察机构负责前款规定以外的其他煤矿企业安全生产许可证的颁发和管理，并接受国家煤矿安全监察机构的指导和监督。

国务院建设主管部门负责中央管理的建筑施工企业安全生产许可证的颁发和管理。省、自治区、直辖市人民政府建设主管部门负责前款规定以外的建筑施工企业安全生产许可证的颁发和管理，并接受国务院建设主管部门的指导和监督。

国务院国防科技工业主管部门负责民用爆破器材生产企业安全生产许可证的颁发和管理。

企业取得安全生产许可证，应当具备下列安全生产条件：①建立、健全安全生产责任制，制定完备的安全生产规章制度和操作规程；②安全投入符合安全生产要求；③设置安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员；④主要负责人和安全生产管理人员经考核合格；⑤特种作业人员经有关业务主管部门考核合格，取得特种作业操作资格证书；⑥从业人员经安全生产教育和培训合格；⑦依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费；⑧厂房、作业场所和安全设施、设备、工艺符合有关安全生产法律、法规、标准和规程的要求；⑨有职业危害防治措施，并为从业人员配备符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品；⑩依法进行安全评价；⑪有重大危险源检测、评估、监控措施和应急预案；⑫有生产安全事故应急救援预案、应急救援组织或者应急救援人员，配备必要的应急救援器材、设备；⑬法律、法规规定的其他条件。

企业进行生产前，应当依照该条例的规定向安全生产许可证颁发管理机关申请领取安全生产许可证，并提供该条例有关规定的相关文件、资料。安全生产许可证颁发管理机关应当自收到申请之日起 45 日内审查完毕，经审查符合本条例规定的安全生产条件的，颁发安全生产许可证；不符合该条例规定的安全生产条件的，不予颁发安全生产许可证，书面通知企业并说明理由。煤矿企业应当以矿（井）为单位，在申请领取煤炭生产许可证前，依照该条例的规定取得安全生产许可证。

安全生产许可证由国务院安全生产监督管理部门规定统一的式样。

安全生产许可证的有效期为 3 年。安全生产许可证有效期满需要延期的，企业应当于期满前 3 个月向原安全生产许可证颁发管理机关办理延期手续。企业在安全生产许可证有效期内，严格遵守有关安全生产的法律法规，未发生死亡事故的，安全生产许可证有效期届满时，经原安全生产许可证颁发管理机关同意，不再审查，安全生产许可证有效期延期 3 年。

安全生产许可证颁发管理机关应当建立、健全安全生产许可证档案管理制度，并定期向社会公布企业取得安全生产许可证的情况。

煤矿企业安全生产许可证颁发管理机关、建筑施工企业安全生产许可证颁发管理机关、民用爆破器材生产企业安全生产许可证颁发管理机关，应当每年向同级安全生产监督管理部门通报其安全生产许可证颁发和管理情况。

国务院安全生产监督管理部门和省、自治区、直辖市人民政府安全生产监督管理部门对建筑施工企业、民用爆破器材生产企业、煤矿企业取得安全生产许可

证的情况进行监督。

企业不得转让、冒用安全生产许可证或者使用伪造的安全生产许可证。

企业取得安全生产许可证后,不得降低安全生产条件,并应当加强日常安全生产管理,接受安全生产许可证颁发管理机关的监督检查。安全生产许可证颁发管理机关应当加强对取得安全生产许可证的企业的监督检查,发现其不再具备本条例规定的安全生产条件的,应当暂扣或者吊销安全生产许可证。

安全生产许可证颁发管理机关工作人员在安全生产许可证颁发、管理和监督检查工作中,不得索取或者接受企业的财物,不得谋取其他利益。

监察机关依照《中华人民共和国行政监察法》的规定,对安全生产许可证颁发管理机关及其工作人员履行本条例规定的职责实施监察。

任何单位或者个人对违反本条例规定的行为,有权向安全生产许可证颁发管理机关或者监察机关等有关部门举报。

安全生产许可证颁发管理机关工作人员有下列行为之一的,给予降级或者撤职的行政处分;构成犯罪的,依法追究刑事责任:①向不符合该条例规定的安全生产条件的企业颁发安全生产许可证的;②发现企业未依法取得安全生产许可证擅自从事生产活动,不依法处理的;③发现取得安全生产许可证的企业不再具备该条例规定的安全生产条件,不依法处理的;④接到对违反该条例规定行为的举报后,不及时处理的;⑤在安全生产许可证颁发、管理和监督检查工作中,索取或者接受企业的财物,或者谋取其他利益的。

违反该条例规定,未取得安全生产许可证擅自进行生产的,责令停止生产,没收违法所得,并处 10 万元以上 50 万元以下的罚款;造成重大事故或者其他严重后果,构成犯罪的,依法追究刑事责任。

违反该条例规定,安全生产许可证有效期满未办理延期手续,继续进行生产的,责令停止生产,限期补办延期手续,没收违法所得,并处 5 万元以上 10 万元以下的罚款;逾期仍不办理延期手续,继续进行生产的,依照该条例有关规定处罚。

违反该条例规定,转让安全生产许可证的,没收违法所得,处 10 万元以上 50 万元以下的罚款,并吊销其安全生产许可证;构成犯罪的,依法追究刑事责任;接受转让的,依照该条例有关规定处罚。冒用安全生产许可证或者使用伪造的安全生产许可证的,依照该条例有关规定处罚。

该条例施行前已经进行生产的企业,应当自该条例施行之日起 1 年内,依照该条例的规定向安全生产许可证颁发管理机关申请办理安全生产许可证;逾期不办理安全生产许可证,或者经审查不符合该条例规定的安全生产条件,未取得安全生产许可证,继续进行生产的,依照该条例有关规定处罚。

该条例规定的行政处罚,由安全生产许可证颁发管理机关决定。

jian she gong cheng an quan sheng chan guan li tiao li

【建设工程安全生产管理条例】 由国务院批准公布,自 2004 年 2 月 1 日起施行的《建设工程安全生产管理条例》,是为了加强建设工程安全生产监督管理,保障人民群众生命和财产安全,根据《中华人民共和国建筑法》、《中华人民共和国安全生产法》而制定。其主要内容如下:

1. 在总则中规定

在中华人民共和国境内从事建设工程的新建、扩建、改建和拆除等有关活动及实施对建设工程安全生产的监督管理,必须遵守该条例。该条例所称建设工程,是指土木工程、建筑工程、线路管道和设备安装工程及装修工程。

建设工程安全生产管理,坚持安全第一、预防为主的方针。建设单位、勘察单位、设计单位、施工单位、工程监理单位及其他与建设工程安全生产有关的单位,必须遵守安全生产法律、法规的规定,保证建设工程安全生产,依法承担建设工程安全生产责任。

国家鼓励建设工程安全生产的科学技术研究和先进技术的推广应用,推进建设工程安全生产的科学管理。

2. 建设单位的安全责任

建设单位应当向施工单位提供施工现场及毗邻区域内供水、排水、供电、供气、供热、通信、广播电视等地下管线资料,气象和水文观测资料,相邻建筑物和构筑物、地下工程的有关资料,并保证资料的真实、准确、完整。建设单位因建设工程需要,向有关部门或者单位查询前款规定的资料时,有关部门或者单位应当及时提供。

建设单位不得对勘察、设计、施工、工程监理等单位提出不符合建设工程安全生产法律、法规和强制性标准规定的要求,不得压缩合同约定的工期。

建设单位在编制工程概算时,应当确定建设工程安全作业环境及安全施工措施所需费用。

建设单位不得明示或者暗示施工单位购买、租赁、使用不符合安全施工要求的安全防护用具、机械设备、施工机具及配件、消防设施和器材。

建设单位在申请领取施工许可证时,应当提供建设工程有关安全施工措施的资料。依法批准开工报告的建设工程,建设单位应当自开工报告批准之日起 15 日内,将保证安全施工的措施报送建设工程所在地的县级以上地方人民政府建设行政主管部门或者其他有关部门备案。

建设单位应当将拆除工程发包给具有相应资质等级的施工单位。建设单位应当在拆除工程施工15日前，将下列资料报送建设工程所在地的县级以上地方人民政府建设行政主管部门或者其他有关部门备案：①施工单位资质等级证明；②拟拆除建筑物、构筑物及可能危及毗邻建筑的说明；③拆除施工组织方案；④堆放、清除废弃物的措施。实施爆破作业的，应当遵守国家有关民用爆炸物品管理的规定。

3. 勘察、设计、工程监理及其他有关单位的安全责任

勘察单位应当按照法律、法规和工程建设强制性标准进行勘察，提供的勘察文件应当真实、准确，满足建设工程安全生产的需要。勘察单位在勘察作业时，应当严格执行操作规程，采取措施保证各类管线、设施和周边建筑物、构筑物的安全。

设计单位应当按照法律、法规和工程建设强制性标准进行设计，防止因设计不合理导致生产安全事故的发生。设计单位应当考虑施工安全操作和防护的需要，对涉及施工安全的重点部位和环节在设计文件中注明，并对防范生产安全事故提出指导意见。采用新结构、新材料、新工艺的建设工程和特殊结构的建设工程，设计单位应当在设计中提出保障施工作业人员安全和预防生产安全事故的措施建议。设计单位和注册建筑师等注册执业人员应当对其设计负责。

工程监理单位应当审查施工组织设计中的安全技术措施或者专项施工方案是否符合工程建设强制性标准。工程监理单位在实施监理过程中，发现存在安全事故隐患的，应当要求施工单位整改；情况严重的，应当要求施工单位暂时停止施工，并及时报告建设单位。施工单位拒不整改或者不停止施工的，工程监理单位应当及时向有关主管部门报告。工程监理单位和监理工程师应当按照法律、法规和工程建设强制性标准实施监理，并对建设工程安全生产承担监理责任。

为建设工程提供机械设备和配件的单位，应当按照安全施工的要求配备齐全有效的保险、限位等安全设施和装置。

出租的机械设备和施工机具及配件，应当具有生产(制造)许可证、产品合格证。出租单位应当对出租的机械设备和施工机具及配件的安全性能进行检测，有签订租赁协议时，应当出具检测合格证明。禁止出租检测不合格的机械设备和施工机具及配件。

在施工现场安装、拆卸施工起重机械和整体提升脚手架、模板等自升式架设设施，必须由具有相应资质的单位承担。安装、拆卸施工起重机械和整体提升脚手架、模板等自升式架设设施，应当编制拆装方案、制定安全施工措施，并由专业技术人员现场监督。施工起重机械和整体提升脚手架、模板等自升式架设设施安装完毕后，安装单位应当自检，出具自检合格证明，并向施工单位进行安全使用说明，办理验收手续并签字。

施工起重机械和整体提升脚手架、模板等自升式架设设施的使用达到国家规定的检验检测期限的，必须经具有专业资质的检验检测机构检测。经检测不合格的，不得继续使用。

检验检测机构对检测合格的施工起重机械和整体提升脚手架、模板等自升式架设设施，应当出具安全合格证明文件，并对检测结果负责。

4. 施工单位的安全责任

施工单位从事建设工程的新建、扩建、改建和拆除等活动，应当具备国家规定的注册资本、专业技术人员、技术装备和安全生产等条件，依法取得相应等级的资质证书，并在其资质等级许可的范围内承揽工程。

施工单位主要负责人依法对本单位的安全生产工作全面负责。施工单位应当建立健全安全生产责任制度和安全生产教育培训制度，制定安全生产规章制度和操作规程，保证本单位安全生产条件所需资金的投入，对所承担的建设工程进行定期和专项安全检查，并做好安全检查记录。施工单位的项目负责人应当由取得相应执业资格的人员担任，对建设工程项目的安全施工负责，落实安全生产责任制度、安全生产规章制度和操作规程，确保安全生产费用的有效使用，并根据工程的特点组织制定安全施工措施，消除安全事故隐患，及时、如实报告生产安全事故。

施工单位对列入建设工程概算的安全作业环境及安全施工措施所需费用，应当用于施工安全防护用具及设施的采购和更新、安全施工措施的落实、安全生产条件的改善，不得挪作他用。

施工单位应当设立安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员。专职安全生产管理人员负责对安全生产进行现场监督检查。发现安全事故隐患，应当及时向项目负责人和安全生产管理机构报告；对违章指挥、违章操作的，应当立即制止。专职安全生产管理人员的配备办法由国务院建设行政主管部门会同国务院其他有关部门制定。

建设工程实行施工总承包的，由总承包单位对施工现场的安全生产负总责。总承包单位应当自行完成建设工程主体结构的施工。总承包单位依法将建设工程分包给其他单位的，分包合同中应当明确各自的安全生产方面的权利、义务。总承包单位和分包单位对分包工程的安全生产承担连带责任。分包单位应当服从总承包单位的安全生产管理，分包单位不服从管理导致生产安全事故的，由分包单位承担主要责任。

垂直运输机械作业人员、安装拆卸工、爆破作业人员、起重信号工、登高架设作业人员等特种作业人员，

必须按照国家有关规定经过专门的安全作业培训，并取得特种作业操作资格证书后，方可上岗作业。

施工单位应当在施工组织设计中编制安全技术措施和施工现场临时用电方案，对下列达到一定规模的危险性较大的分部分项工程编制专项施工方案，并附具安全验算结果，经施工单位技术负责人、总监理工程师签字后实施，由专职安全生产管理人员进行现场监督：①基坑支护与降水工程；②土方开挖工程；③模板工程；④起重吊装工程；⑤脚手架工程；⑥拆除、爆破工程；⑦国务院建设行政主管部门或者其他有关部门规定的其他危险性较大的工程。对前款所列工程中涉及深基坑、地下暗挖工程、高大模板工程的专项施工方案，施工单位还应当组织专家进行论证、审查。本条第①款规定的达到一定规模的危险性较大工程的标准，由国务院建设行政主管部门会同国务院其他有关部门制定。

建设工程施工前，施工单位负责项目管理的技术人员应当对有关安全施工的技术要求向施工作业班组、作业人员作出详细说明，并由双方签字确认。

施工单位应当在施工现场入口处、施工起重机械、临时用电设施、脚手架、出入通道口、楼梯口、电梯井口、孔洞口、桥深口、隧道口、基坑边沿、爆破物及有害危险气体和液体存放处等危险部位，设置明显的安全警示标志。安全警示标志必须符合国家标准。施工单位应当根据不同施工阶段和周围环境及季节、气候的变化，在施工现场采取相应的安全施工措施。施工现场暂时停止施工的，施工单位应当做好现场防护，所需费用由责任方承担，或者按照合同约定执行。

施工单位应当将施工现场的办公、生活区与作业区分开设置，并保持安全距离；办公、生活区的选址应当符合安全性要求。职工的膳食、饮水、休息场所等应当符合卫生标准。施工单位不得在尚未竣工的建筑物内设置员工集体宿舍。施工现场临时搭建的建筑物应当符合安全使用要求。施工现场使用的装配式活动房屋应当具有产品合格证。

施工单位对因建设工程施工可能造成损害的毗邻建筑物、构筑物和地下管线等，应当采取专项防护措施。施工单位应当遵守有关环境保护法律、法规的规定，在施工现场采取措施，防止或者减少粉尘、废气、废水、固体废物、噪声、振动和施工照明对人和环境的危害和污染。在城市市区内的建设工程，施工单位应当对施工现场实行封闭围挡。

施工单位应当在施工现场建立消防安全责任制度，确定消防安全责任人，制定用火、用电、使用易燃易爆材料等各项消防安全管理制度和操作规程，设置消防通道、消防水源，配备消防设施和灭火器材，并在施工现场入口处设置明显标志。

施工单位应当向作业人员提供安全防护用具和安全防护服装，并书面告知危险岗位的操作规程和违章操作的危害。作业人员有权对施工现场的作业条件、作业程序和作业方式中存在的安全问题提出批评、检举和控告，有权拒绝违章指挥和强令冒险作业。在施工中发生危及人身安全的紧急情况时，作业人员有权立即停止作业或者在采取必要的应急措施后撤离危险区域。

作业人员应当遵守安全施工的强制性标准、规章制度和操作规程，正确使用安全防护用具、机械设备等。

施工单位采购、租赁的安全防护用具、机械设备、施工机具及配件，应当具有生产（制造）许可证、产品合格证，并在进入施工现场前进行查验。施工现场的安全防护用具、机械设备、施工机具及配件必须由专人管理，定期进行检查、维修和保养，建立相应的资料档案，并按照国家有关规定及时报废。

施工单位在使用施工起重机械和整体提升脚手架、模板等自升式架设设施前，应当组织有关单位进行验收，也可以委托具有相应资质的检验检测机构进行验收使用承租的机械设备和施工机具及配件的，由施工总承包单位、分包单位、出租单位和安装单位共同进行验收。验收合格的方可使用。《特种设备安全监察条例》规定的施工起重机械，在验收前应当经有相应资质的检验检测机构监督检验合格。施工单位应当自施工起重机械和整体提升脚手架、模极等自升式架设设施验收合格之日起30日内，向建设行政主管部门或者其他有关部门登记。登记标志应当置于或者附着于该设备的显著位置。

施工单位的主要负责人、项目负责人、专职安全生产管理人员应当经建设行政主管部门或者其他有关部门考核合格后方可任职。施工单位应当对管理人员和作业人员每年至少进行一次安全生产教育培训，其教育培训情况记入个人工作档案。安全生产教育培训考核不合格的人员，不得上岗。

作业人员进入新的岗位或者新的施工现场前，应当接受安全生产教育培训。未经教育培训或者教育培训考核不合格的人员，不得上岗作业。施工单位在采用新技术、新工艺、新设备、新材料时，应当对作业人员进行相应的安全生产教育培训。

施工单位应当为施工现场从事危险作业的人员办理意外伤害保险。意外伤害保险费由施工单位支付。实行施工总承包的，由总承包单位支付意外伤害保险费。意外伤害保险期限自建设工程开工之日起至竣工验收合格止。

5. 监督管理

国务院负责安全生产监督管理的部门依照《中华

人民共和国安全生产法》的规定，对全国建设工程安全生产工作实施综合监督管理。县级以上地方人民政府负责安全生产监督管理的部门依照《中华人民共和国安全生产法》的规定，对本行政区域内建设工程安全生产工作实施综合监督管理。

国务院建设行政主管部门对全国的建设工程安全生产实施监督管理。国务院铁路、交通、水利等有关部门按照国务院规定的职责分工，负责有关专业建设工程安全生产的监督管理。县级以上地方人民政府建设行政主管部门对本行政区域内的建设工程安全生产实施监督管理。县级以上地方人民政府交通、水利等有关部门在各自的职责范围内，负责本行政区域内的专业建设工程安全生产的监督管理。

建设行政主管部门和其他有关部门应当将本条例第十条、第十一条规定的有关资料的主要内容抄送同级负责安全生产监督管理的部门。

建设行政主管部门在审核发放施工许可证时，应当对建设工程是否有安全施工措施进行审查，对没有安全施工措施的，不得颁发施工许可证。建设行政主管部门或者其他有关部门对建设工程是否有安全施工措施进行审查时，不得收取费用。

县级以上人民政府负有建设工程安全生产监督管理职责的部门在各自的职责范围内履行安全监督检查职责时，有权采取下列措施：①要求被检查单位提供有关建设工程安全生产的文件和资料；②进入被检查单位施工现场进行检查；③纠正施工中违反安全生产要求的行为；④对检查中发现的安全事故隐患，责令立即排除；重大安全事故隐患排除前或者排除过程中无法保证安全的，责令从危险区域内撤出作业人员或者暂时停止施工。

建设行政主管部门或者其他有关部门可以将施工现场的监督检查委托给建设工程安全监督机构具体实施。

国家对严重危及施工安全的工艺、设备、材料实行淘汰制度。具体目录由国务院建设行政主管部门会同国务院其他有关部门制定并公布。

县级以上人民政府建设行政主管部门和其他有关部门应当及时受理对建设工程生产安全事故及安全事故隐患的检举、控告和投诉。

6. 生产安全事故的应急救援和调查处理

县级以上地方人民政府建设行政主管部门应当根据本级人民政府的要求，制定本行政区域内建设工程特大生产安全事故应急救援预案。

施工单位应当制定本单位生产安全事故应急救援预案，建立应急救援组织或者配备应急救援人员，配备必要的应急救援器材、设备，并定期组织演练。

施工单位应当根据建设工程施工的特点、范围，对施工现场易发生重大事故的部位、环节进行监控，制定施工现场生产安全事故应急救援预案。实行施工总承包的，由总承包单位统一组织编制建设工程生产安全事故应急救援预案，工程总承包单位和分包单位按照应急救援预案，各自建立应急救援组织或者配备应急救援人员，配备救援器材、设备，并定期组织演练。

施工单位发生生产安全事故，应当按照国家有关伤亡事故报告和调查处理的规定，及时、如实地向负责安全生产监督管理的部门、建设行政主管部门或者其他布关部门报告，特种设备发生事故的，还应当同时向特种设备安全监督管理部门报告。接到报告的部门应当按照国家有关规定，如实上报。实行施工总承包的建设工程，由总承包单位负责上报事故。

发生生产安全事故后，施工单位应当采取措施防止事故扩大，保护事故现场。需要移动现场物品时，应当做出标记和书面记录，妥善保管有关证物。

建设工程生产安全事故的调查、对事故责任单位和责任人的处罚与处理，按照有关法律、法规的规定执行。

7. 法律责任

违反该条例的规定，县级以上人民政府建设行政主管部门或者其他有关行政管理部门的工作人员，有下列行为之一的，给予降级或者撤职的行政处分；构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任：①对不具备安全生产条件的施工单位颁发资质证书的；②对没有安全施工措施的建设工程颁发施工许可证的；③发现违法行为不予查处的；④不依法履行监督管理职责的其他行为。

违反该条例的规定，建设单位未提供建设工程安全生产作业环境及安全施工措施所需费用的，责令限期改正；逾期未改正的，责令该建设工程停止施工。建设单位未将保证安全施工的措施或者拆除工程的有关资料报送有关部门备案的，责令限期改正，给予警告。

违反该条例的规定，建设单位有下列行为之一的，责令限期改正，处20万元以上50万元以下的罚款；造成重大安全事故，构成犯罪的，对直接责任人员，依照刑法有关规定追究刑事责任；造成损失的，依法承担赔偿责任：①对勘察、设计、施工、工程监理等单位提出不符合安全生产法律、法规和强制性标准规定的要求的；②要求施工单位压缩合同约定的工期的；③将拆除工程发包给不具有相应资质等级的施工单位的。

违反该条例的规定，勘察单位、设计单位有下列行为之一的，责令限期改正，处10万元以上30万元以下的罚款；情节严重的，责令停业整顿，降低资质等级，直至吊销资质证书；造成重大安全事故，构成犯罪的，对直接责任人员，依照刑法有关规定追究刑事责任；造成损失的，依法承担赔偿责任：①未按照法律、法规和工

程建设强制性标准进行勘察、设计的；②采用新结构、新材料、新工艺的建设工程和特殊结构的建设工程，设计单位未在设计中提出保障施工作业人员安全和预防生产安全事故的措施建议的。

违反该条例的规定，工程监理单位有下列行为之一的，责令限期改正；逾期未改正的，责令停业整顿，并处10万元以上30万元以下的罚款；情节严重的，降低资质等级，直至吊销资质证书；造成重大安全事故，构成犯罪的，对直接责任人员，依照刑法有关规定追究刑事责任；造成损失的，依法承担赔偿责任：①未对施工组织设计中的安全技术措施或者专项施工方案进行审查的；②发现安全事故隐患未及时要求施工单位整改或者暂时停止施工的；③施工单位拒不整改或者不停止施工，未及时向有关主管部门报告的；④未依照法律、法规和工程建设强制性标准实施监理的。

注册执业人员未执行法律、法规和工程建设强制性标准的，责令停止执业3个月以上1年以下；情节严重的，吊销执业资格证书，5年内不予注册；造成重大安全事故的，终身不予注册；构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任。

违反该条例的规定，为建设工程提供机械设备和配件的单位，未按照安全施工的要求配备齐全有效的保险、限位等安全设施和装置的，责令限期改正，处合同价款1倍以上3倍以下的罚款；造成损失的，依法承担赔偿责任。

违反该条例的规定，出租单位出租未经安全性能检测或者经检测不合格的机械设备和施工机具及配件的，责令停业整顿，并处5万元以上10万元以下的罚款；造成损失的，依法承担赔偿责任。

违反该条例的规定，施工起重机械和整体提升脚手架、模板等自升式架设设施安装、拆卸单位有下列行为之一的，责令限期改正，处5万元以上10万元以下的罚款；情节严重的，责令停业整顿，降低资质等级，直至吊销资质证书；造成损失的，依法承担赔偿责任：①未编制拆装方案、制定安全施工措施的；②未由专业技术人员现场监督的；③未出具自检合格证明或者出具虚假证明的；④未向施工单位进行安全使用说明，办理移交手续的。施工起重机械和整体提升脚手架、模板等自升式架设设施安装、拆卸单位有前款规定的第①项、第③项行为，经有关部门或者单位职工提出后，对事故隐患仍不采取措施，因而发生重大伤亡事故或者造成其他严重后果，构成犯罪的，对直接责任人员，依照刑法有关规定追究刑事责任。

违反该条例的规定，施工单位有下列行为之一的，责令限期改正；逾期未改正的，责令停业整顿，依照《中华人民共和国安全生产法》的有关规定处以罚款；造成重大安全事故，构成犯罪的，对直接责任人员，依照刑法有关规定追究刑事责任：①未设立安全生产管理机构、配备专职安全生产管理人员或者分部分项工程施工时无专职安全生产管理人员现场监督的；②施工单位的主要负责人、项目负责人、专职安全生产管理人员、作业人员或者特种作业人员，未经安全教育培训或者经考核不合格即从事相关工作的；③未在施工现场的危险部位设置明显的安全警示标志，或者未按照国家有关规定在施工现场设置消防通道、消防水源、配备消防设施和灭火器材的；④未向作业人员提供安全防护用具和安全防护服装的；⑤未按照规定在施工起重机械和整体提升脚手架、模板等自升式架设设施验收合格后登记的；⑥使用国家明令淘汰、禁止使用的危及施工安全的工艺、设备、材料的。

违反本条例的规定，施工单位挪用列入建设工程概算的安全生产作业环境及安全施工措施所需费用的，责令限期改正，处挪用费用20%以上50%以下的罚款；造成损失的，依法承担赔偿责任。

违反该条例的规定，施工单位有下列行为之一的，责令限期改正；逾期未改正的，责令停业整顿，并处5万元以上10万元以下的罚款；造成重大安全事故，构成犯罪的，对直接责任人员，依照刑法有关规定追究刑事责任：①施工前未对有关安全施工的技术要求作出详细说明的；②未根据不同施工阶段和周围环境及季节、气候的变化，在施工现场采取相应的安全施工措施，或者在城市市区内的建设工程的施工现场未实行封闭围挡的；③在尚未竣工的建筑物内设置员工集体宿舍的；④施工现场临时搭建的建筑物不符合安全使用要求的；⑤未对因建设工程施工可能造成损害的毗邻建筑物、构筑物和地下管线等采取专项防护措施的。施工单位有前款规定第④项、第⑤项行为，造成损失的，依法承担赔偿责任。

违反该条例的规定，施工单位有下列行为之一的，责令限期改正；逾期未改正的，责令停业整顿，并处10万元以上30万元以下的罚款；情节严重的，降低资质等级，直至吊销资质证书；造成重大安全事故，构成犯罪的，对直接责任人员，依照刑法有关规定追究刑事责任；造成损失的，依法承担赔偿责任：①安全防护用具、机械设备、施工机具及配件在进入施工现场前未经查验或者查验不合格即投入使用的；②使用未经验收或者验收不合格的施工起重机械和整体提升脚手架、模板等自升式架设设施的；③委托不具有相应资质的单位承担施工现场安装、拆卸施工起重机械和整体提升脚手架、模板等自升式架设设施的；④在施工组织设计中未编制安全技术措施、施工现场临时用电方案或者专项施工方案的。

违反该条例的规定。施工单位的主要负责人、项目负责人未履行安全生产管理职责的，责令限期改正；

逾期未改正的，责令施工单位停业整顿；造成重大安全事故、重大伤亡事故或者其他严重后果，构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任。作业人员不服管理、违反规章制度和操作规程冒险作业造成重大伤亡事故或者其他严重后果，构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任。施工单位的主要负责人、项目负责人有前款违法行为，尚不够刑事处罚的，处2万元以上20万元以下的罚款或者按照管理权限给予撤职处分；自刑罚执行完毕或者受处分之日起，5年内不得担任任何施工单位的主要负责人、项目负责人。

施工单位取得资质证书后，降低安全生产条件的，责令限期改正；经整改仍未达到与其资质等级相适应的安全生产条件的，责令停业整顿、降低其资质等级直至吊销资质证书。

该条例规定的行政处罚，由建设行政主管部门或者其他有关部门依照法定职权决定。违反消防安全管理规定的行为，由公安消防机构依法处罚。有关法律、行政法规对建设工程安全生产违法行为的行政处罚决定机关另有规定的，从其规定。

8. 附则

抢险救灾和农民自建低层住宅的安全生产管理，不适用该条例。军事建设工程的安全生产管理，按照中央军事委员会的有关规定执行。

zhuce anquan gongchengshi zhiye zige zhidu

【注册安全工程师执业资格制度】 为了加强安全生产监督管理，根据《中华人民共和国安全生产法》的有关规定，人事部、国家安全生产监督管理局于2002年9月30日发出《关于印发〈注册安全工程师执业资格制度暂行规定〉和〈注册安全工程师执业资格认定办法〉的通知》决定在生产经营单位实行注册安全工程师执业资格制度。

《注册安全工程师执业资格制度暂行规定》（简称《规定》），适用于生产经营单位中从事安全生产管理、安全工程技术工作和为安全生产提供技术服务的中介机构的专业技术人员。国家对生产经营单位中安全生产管理、安全工程技术工作和为安全生产提供技术服务的中介机构的专业技术人员实行执业资格制度，纳入全国专业技术人员执业资格制度统一规划。《规定》所称注册安全工程师是指通过全国统一考试，取得《中华人民共和国注册安全工程师执业资格证书》，并经注册的专业技术人员。注册安全工程师英文译称Certified Safety Engineer。

生产经营单位中安全生产管理、安全工程技术工作等岗位及为安全生产提供技术服务的中介机构，必须配备一定数量的注册安全工程师。

人事部、国家安全生产监督管理局负责全国注册安全工程师执业资格制度的政策制定、组织协调、资格考试、注册登记和监督管理等工作。注册安全工程师执业资格实行全国统一大纲、统一命题、统一组织的考试制度，原则上每年举行一次。国家安全生产监督管理局负责拟定考试科目、编制考试大纲、编写考试用书、组织命题工作，统一规划考前培训等有关工作。考前培训工作按照培训与考试分开，自愿参加的原则进行。人事部负责审定考试科目、考试大纲和考试试题，组织实施考务工作。会同国家安全生产监督管理局对注册安全工程师执业资格考试进行检查、监督、指导和确定合格标准。

凡中华人民共和国公民，遵守国家法律、法规，并具备下列条件之一者，可以申请参加注册安全工程师执业资格考试：①取得安全工程、工程经济类专业中专学历，从事安全生产相关业务满7年；取得其他专业中专学历，从事安全生产相关业务满9年。②取得安全工程、工程经济类大学专科学历，从事安全生产相关业务满5年；或取得其他专业大学专科学历，从事安全生产相关业务满7年。③取得安全工程、工程经济类大学本科学历，从事安全生产相关业务满3年；或取得其他专业大学本科学历，从事安全生产相关业务满5年。④取得安全工程、工程经济类第二学士学位或研究生班毕业，从事安全生产及相关工作满2年；或取得其他专业第二学士学位或研究生班毕业，从事安全生产相关业务满3年。⑤取得安全工程、工程经济类硕士学位，从事安全生产相关业务满1年；或取得其他专业硕士学位，从事安全生产相关业务满2年。⑥取得安全工程、工程经济类博士学位，或取得其他专业博士学位，从事安全生产相关业务满1年。

注册安全工程师执业资格考试合格，由各省、自治区、直辖市人事部门颁发人事部统一印制，人事部和国家安全生产监督管理局用印的《中华人民共和国注册安全工程师执业资格证书》。该证书在全国范围有效。

注册安全工程师实行注册登记制度。取得《中华人民共和国注册安全工程师执业资格证书》的人员，必须经过注册登记才能以注册安全工程师名义执业。国家安全生产监督管理局或其授权的机构为注册安全工程师执业资格的注册管理机构。各省、自治区、直辖市安全生产监督管理部门，为受理注册安全工程师执业资格注册的初审机构。人事部和各级人事行政部门对注册安全工程师执业资格注册和使用情况有检查、监督的责任。

申请注册的人员，必须同时具备下列条件：①取得《中华人民共和国注册安全工程师执业资格证书》；②遵纪守法，恪守职业道德；③身体健康，能坚持在生产经营单位中安全生产管理、安全工程技术岗位或为安全生产提供技术服务的中介机构工作；④所在单位考

核合格。

取得注册安全工程师执业资格证书后，需要注册的人员，由本人提出申请，经所在单位同意，报当地省级安全生产监督管理部门初审，初审合格后，统一报国家安全生产监督管理局或其授权的机构办理注册登记手续。准予注册的申请人，由国家安全生产监督管理局或其授权的机构核发《中华人民共和国注册安全工程师注册证》。注册安全工程师执业资格注册有效期一般为2年，有效期满前3个月，持证者应到原注册管理机构办理再次注册手续。再次注册者，除符合本规定第十六条规定外，还须提供接受继续教育和参加业务培训的证明。

注册安全工程师在注册有效期内，变更执业机构的，须及时向注册管理机构申请办理变更手续。注册安全工程师在注册后，有下列情形之一的，由所在单位向注册管理机构办理注销注册：①脱离安全工作岗位连续满1年；②不具有完全民事行为能力；③受刑事处罚；④严重违反职业道德；⑤同时在2个及以上独立法人单位执业。

国家安全生产监督管理局或其授权的机构，应当定期公布注册安全工程师执业资格的注册和注销情况。

注册安全工程师可在生产经营单位中安全生产管理、安全监督检查、安全技术研究、安全工程技术检测检验、安全属性辨识、建设项目的安全评估等岗位和为安全生产提供技术服务的中介机构等范围内执业。注册安全工程师在执业活动中，必须严格遵守法律、法规和各项规定，坚持原则，恪守职业道德。注册安全工程师应当享有下列权利：①对生产经营单位的安全生产管理、安全监督检查、安全技术研究和安全检测检验、建设项目的安全评估、危害辨识或危险评价等工作存在的问题提出意见和建议；②审核所在单位上报的有关安全生产的报告；③发现有危及人身安全的紧急情况时，应及时向生产经营单位建议停止作业并组织作业人员撤离危险场所；④参加建设项目安全设施的审查和竣工验收工作，并签署意见；⑤参与重大危险源检查、评估、监控，制定事故应急预案和登记建档工作；⑥参与编制安全规则、制定安全生产规章制度和操作规程，提出安全生产条件所必需的资金投入的建议；⑦法律、法规规定的其他权利。

注册安全工程师应当履行下列义务：①遵守国家有关安全生产的法律、法规和标准。②遵守职业道德，客观、公正执业，不弄虚作假，并承担在相应报告上签署意见的法律责任；③维护国家、公众的利益和受聘单位的合法权益；④严格保守在执业中知悉的单位、个人技术和商业秘密。注册安全工程师应当定期接受业务培训，不断更新知识，提高业务技术水平。注册安全工程师在工作中，如违反国家安全生产的法律、法规和有关规定，应依法追究其行政责任，给予相应的处罚，直至追究刑事责任。

《注册安全工程师执业资格认定办法》（简称《办法》）规定，在生产经营单位和为安全生产提供技术服务等单位中，长期从事安全生产管理、安全工程技术检测检验、安全评估或安全咨询专业工作，业绩突出，具有高级专业技术职务，并同时具备下列条件的人员，可申请认定注册安全工程师执业资格：①遵守国家的各项法律和法规，热爱安全生产及相关工作。②2001年12月31日前，在安全生产管理、安全工程技术或从事安全工程技术服务的岗位，担任高级专业技术职务的人员。③1995年及以后，获得省部级科技成果奖，或在省部级刊物上发表过有代表性的安全生产监督管理和安全工程技术专业论文2篇，或有安全生产管理、安全工程技术专业的重要专著。④连续在生产经营单位从事安全生产管理、安全工程技术检测检验、安全评估或安全咨询专业工作满5年，累计满10年。⑤经省级安全生产监督管理部门对有关安全生产管理和安全工程技术及法规方面知识考核合格。

由人事部、国家安全生产监督管理局共同成立"注册安全工程师执业资格认定工作领导小组"负责全国注册安全工程师执业资格的认定工作。领导小组下设办公室，设在国家安全生产监督管理局。认定程序如下：①符合上述申报条件的专业技术人员，可向所在单位提出申请，经单位审核同意后，由所在单位向省、自治区、直辖市安全生产监督管理部门申报。国务院各部门所属单位和中央管理的企业可直接向国家安全生产监督管理局申报。②各省、自治区、直辖市安全生产监督管理部门负责对辖区内单位的申报人员资格进行审核，经同级人事（职改）部门审核同意后提出推荐名单报领导小组办公室。军队系统的申报工作由总政治部干部部组织进行。国务院各部门所属单位、中央管理的企业安全生产管理机构负责对本部门（企业）的申报人员资格进行审核，经同级人事部门审核同意后提出推荐名单报领导小组办公室。

申报时应提供下列材料：①《注册安全工程师资格认定申报表》一式两份。②学历或学位证书、高级专业技术职务聘书、获奖证书、本专业有代表性的论文或出版专著内容说明和首页的复印件。③经省级安全生产监督管理部门有关安全生产管理和安全工程技术及法规知识考核合格的证明和职业道德证明。

七、防灾与减灾学

zaihaixue
【灾害学】 灾害学是自然灾害学与人为灾害学(或自然与人为混合灾害)之总称。人为灾害学属于技术灾害及人为失误的范畴问题。

灾害学可定义为以灾害及灾害系统为研究对象的一门新兴学科，它是国家学科分类代码GB/T13745－92中明确规定的。灾害学研究灾害的成因和时空分布规律寻求减轻灾害损失的途径。灾害学涉及众多的自然因素和社会因素，是一门综合性强并不断扩展的科学，灾害学是一大类学科的总称，其学科体系应包括如下层次即①基础理论灾害学：它主要研究灾害形成机理、规律、特点，也包括某些交叉学科如灾害动力学、灾害历史学、巨灾学、未来灾害学等。也可按自然科学及社会科学划分如自然科学类有灾害物理学、灾害化学、灾害及救援医学、灾害地学、生态灾害学、环境灾害学、灾害天文学、灾害信息学等；社会科学类有灾害社会学、灾害心理学、灾害伦理学、灾害管理学、灾害经济学、灾害战略学、灾害法学等。②应用灾害学：它主要是在基础理论灾害学指导下，根据减灾科技发展及教育要求发展起来的学科，主要有：防灾学、灾害预测学、灾害评估学（安全风险学)、灾害区划学、减灾工程学、减灾设计学、减灾系统工程、减灾决策学、灾害保险学等。③分类灾害学，它主要按减灾部门及区域做出划分：其一，就自然灾害类型分，国内权威部门将其归纳为七大类，如气象灾害学、海洋灾害学、地质灾害学、地震灾害学、农林业灾害学、生物灾害学、天文灾害学等。如气象灾害学又可进一步分成洪涝灾害学、干旱灾害学、低温灾害学等；其二，根据灾害所涉及的产业部门又可分为工业灾害学、农业灾害学、建筑灾害学、交通灾害学、商业灾害学、旅游灾害学、军事灾害学等；其三，根据灾害的区域特征又可归纳划分：城市灾害学、农村灾害学、草原灾害学、沙漠灾害学、海洋灾害学、山地灾害学、森林灾害学等。

跨学科研究越来越受到科学家和科学管理者的重视,灾害学的初创绝不是一批学者们的主观臆想,而是灾害科学本质的必然反映。当今的灾害科学走过一条从单学科到多学科合作,从多学科向跨学科发展的轨迹。事实上,现在国内外正开展的灾害学研究包括自然与社会两大方面,其基本研究内容是:①自然灾害事件的性质特点;②自然灾害事件发生的诱发因素及其成灾机制;③原发自然灾害与次生自然灾害的关系;④自然灾害事件规模和损害程度的评定(含减灾措施实施实际效能的评定);⑤自然灾害未来发展趋势预测等。

跨学科的灾害学研究方法比较困难,因为它通常不具备资料齐全与可比性强的特点,所以总体讲其方法在很大程度上依赖于统计、推理、不同学科的互补以及高新技术的仿真模拟等。常用的方法有:①历史灾害分析方法;②相关因子的比较分析;③典型灾例的实地调查分析;④计算机技术及因特网的应用;⑤编制减灾规划及应急预案等。

灾害学研究表明，灾害防治比减轻灾害有更高一层的目标和要求，需要较高的经济投入，而且其效果通常有两面性，所以，任何减灾预案确定都要慎之又慎，至少要深入如下项目研究：①要有可靠的预报意见，使之形成立项依据；②自然灾害防治的经济投入一定要远小于受保护区的经济创造；③自然灾害防治可分为三个不同层次水平上的目标即延迟灾害发生时间、改变灾害事件的规模和特性、制止灾害的蔓延等；④特别要认真考虑灾害对人类社会产生不利影响的问题等。总之，灾害学研究就是要遵循灾害成因→灾害加剧过程→灾害管理决策等思路展开，此外，灾害学属于开放系统，其学科完善有待更加深一步。

zaiqingxue
【灾情学】 灾情学,是以现实灾害问题为研究对象的科学,在学科上隶属于灾害学与国情学交叉范畴。

灾情学侧重于灾害问题的宏观研究和对各类灾害后果、经济影响及灾害管理的社会对策分析;灾情学以研究黑色“档案”也称黑皮书为己任,而且涉及到各种灾害的自然、人为要素及综合减灾对策;灾情学既是一门探讨中国及世界现实问题的应用科学,又有其独特的学术研究地位;灾情是消极的,但灾情学的研究是积极的、主动的。这正是“明者防祸于未萌,智者图患于将来”。所以,忽略灾情的国情是不全面的国情,忽视

灾害的科学是有缺陷的科学。

灾害学对灾害的分类如下:①按灾害成因分类:自然灾害与人为灾害,其中又有人为与自然相互混合并相互起主导作用的混合灾种;②按灾害与环境分类:生态灾害与非生态灾害;③按灾害的呈现状况分类:明灾(显灾)与暗灾(隐灾)等;④按灾害的不同层次分类:天灾、地灾、生物灾、人灾等;⑤按灾害发生频率分类:连带型灾害、并发型灾害、渐变型灾害、突发型灾害等;⑥按灾害造成的损失分类:特大灾、大灾、中灾及小灾等;⑦按灾害的影响范围分类:城市、农村、企业等;⑧按灾害损害的不同对象分类:人身灾害、财产灾害及环境灾害;⑨按灾害的个性分类:有震、水、风、火、交通、公害等数十类。

灾情学研究强调灾因及机理研究,更关注灾害特征,即:①灾害的普遍性与频繁性;②灾害的广泛性与集中性;③灾害的相关性与个性;④灾害空间分布上的地域性与区域性;⑤灾害时间上的突发性与周期性;⑥灾害不可避免性与可防御性等。

灾情学研究还必须涉及灾情趋势分析,以中国灾情为例,中国灾害种全,但发展程度不一,可总体上呈上升趋势,即趋势特点可归纳为:①自然灾害的危害面积蔓延扩大化;②自然灾害的发生周期愈来愈短;③现代灾害中的自然灾害危害程度日益严重,损失加剧,仅1997年全国几次台风造成的气象灾害损失已超过数百亿元人民币;④自然灾害中的人为特性日益明显,如沿海工业化的发展,不仅导致赤潮的泛滥,更使大量鱼类资源遭到毁灭;⑤城市灾害呈明显上升趋势,并成为现代灾害的主流;⑥交通事故与火灾持续增加,其损失及造成人员伤亡均排在人为灾害之首;⑦一方面是与工业化生产相关的事故频发,另一方面非生产领域中的意外事故伤亡率已占到全部伤亡率的70%左右,可见,公众生活中的安全问题是减灾防灾的大事。

灾情学要形成学科特性及其对管理产生影响力的学科地位还贵在进行灾害影响评价,因为古今中外的灾害史已经昭示人类:①灾害造成人口死亡及迁移;②历史灾害引发饥荒,而现代灾害吞噬巨额财富;③灾害损失直接制约着国民经济发展,削弱国力;④灾害直接关系到社会安定、人民心态;⑤灾害影响国民的生活水平和质量水准;⑥灾害造成社会恐慌及无序,灾害后果与政府的社会、经济目标背道而驰。鉴于此,灾情学研究就应立足于中国减灾战略决策性、中国灾情黑色档案的历史及现实性,让中国公众及决策者理解的学科研究、归纳、对比分析之意义。

zaihai lishixue

【灾害历史学】 灾害历史学是一门关于灾害历史的学问,从历史学的角度理解,它具有专门史学的性质,从灾害学的立场加以考察,可以说它是灾害理论研究的一部分。很显然,灾害历史学是灾害学与历史学的交叉学科。既跨自然科学和社会科学两大基本学科门类,又兼具灾害学和历史学两领域的基本性质,这是灾害历史学的一大特征。灾害是人类对自然界和人类社会运动变异的一种价值判断,变异之有害与否,总是相对于一定的主体而言的,离开了人类社会这个主体,利与害都无从指实。人类产生之前自然界的各种变异无论其规模多么大、强度多么高,都无所谓灾害。

人类社会改变了自然界运动的纯自然性质,使之具有了程度不同的社会性。地震、洪水、干旱、滑坡、火山爆发等原本纯属自然界运动的现象,因其对人类社会造成了各种危害而被人称之为灾害。不仅如此,由于人类实践活动对自然界的影响日益巨大,从而使致灾因素中的自然力因素也往往包含有人为活动的作用。至于人为因素直接导致灾害发生,其社会性则更为明显。

灾害具有自然和社会双重属性,特别是自然灾害,其双重属性特别显著。从自然界的运动、变异的角度,或者说从作用于人类社会的破坏性力量及其作用途径的方面进行考察,一般属于对灾害自然属性的研究范围,具有更浓厚的自然科学特色。从人类社会领域或者说从破坏性力量作用造成的后果方面进行考察,则属于对灾害社会属性的研究范围,重点在于考察灾害对人类经济社会生活的破坏程度、影响大小以及人类对于灾害的回应,更多的是属于人文社会科学的性质。可见,灾害问题是体现人类与自然界相互关系的一个重要方面,要在人与自然关系的总体背景中把握灾害的实质,对灾害的研究就不能在自然因素、人类社会因素两大方面有所偏废。

灾害历史学交叉学科的性质决定了其研究对象兼备灾害学和历史学两领域的基本特征而又有所区别。即,从内容上看,它有着灾害学的研究对象,但在时间对象上,它则着眼于过去,这是历史学最根本的特征。

灾害与人类相伴生,从理论上讲,至今人类史上发生过的所有灾害,都在灾害历史学研究之列,如果分类言之,包括从致灾因素上区分的自然灾害、人为灾害和自然—人为复合型灾害;自然灾害如火山灾、地震灾、海啸灾、崩塌灾、旱灾、干热风灾、冰雹灾、低温灾、雪灾、生物灾、森林火灾、水土流失灾、盐渍化灾等,这些自然灾害分别与岩石圈、大气圈、生物圈、水圈的变异有关。从致灾为害的过程分析,它们又可以区分为突发型灾害如地震灾、滑坡灾,迁延型灾害如旱灾,过渡型灾害如洪涝灾等。人为灾害如资源破坏乃至衰竭灾害、环境污染灾害、火灾、交通事故灾害,人口过度增长灾害等。随着人类活动对自然界影响的加深,许多自

然灾害已演化为复合型灾害，如水土流失、滑坡、泥石流等等。

灾害历史学的目的是总结人类历史与灾害做斗争的经验教训，规范人与自然的关系，规范人类的行为，保护人类的生存空间，按照自然规律在适应自然、利用自然，发展社会生产，为人类造福。

zaihai guanlixue

【灾害管理学】 灾害管理学是通过对灾害进行系统的观测和分析，改善有关灾害防御、减轻、准备、预警、恢复对策的一门应用科学。灾害管理的实践说明，为了便于更好地管理和协调指挥，在政府系统内设置专门负责管理灾害的机构，可以提高政府对突发性重大灾害的反应能力，确保决策指挥的及时、合理与高效，一旦灾害发生，能组织协调有关单位及时抗御灾害。

灾害管理学，就是利用灾害科学的理论研究，如何通过行政、经济、法律、教育和科学技术等各种手段，对破坏环境质量的活动施加影响，调整社会经济可持续发展与防灾减灾的关系，通过全面规划、合理利用自然资源，达到促进经济发展并安全少灾的目的。灾害管理学主要从宏观上、战略上研究灾害问题，包括灾害预测、防灾决策、防灾规划、减灾战略及经济政策研究等范畴。规划是人类的基本活动之一，规划是进行合理的选择和对未来活动加以控制的行为，规划也是一种解决问题的特殊形式；同时，规划又是一种科学的预测。它是为有关的单位、部门和地区制订措施服务的，故国外有时称为“公共政策”。将近期的较详尽的规划称为计划，远期的较概略的计划称为规划，而西方则通称为 Planning 或 Program。生产建设上的规划布局，是指对各种自然和技术经济现象从空间结合方面作发展预测。由于社会生产力的发展，要求从部门和地区两个方面进行合理组织，否则就会导致彼此脱节或联系失调。

灾害管理学在当前特别应论述的大问题是减灾规划及其战略研究，以城市减灾规划为例，城市减灾规划不是全新的内容，因为它必须依附于城市总体规划。城市减灾规划是新思维，同时它又是在传统城市规划理论及方法上的新拓展。从可持续发展战略观点出发的城市减灾规划要体现如下思路，即：①重视城市灾害区域的研究；②城市化发展应当与减灾投入相适应；③必须进行城市抗灾承载能力评估及再研究；④城市应提供可持续发展的内在动力；⑤城市必须强化可持续发展的综合功能等。实践发现，城市防灾规划是城市总体规划的有机部分，缺少之便构不成完整的城市总体规划体系。因此城市防灾规划内容要趋于综合，要使城市逐步建立起综合防灾体系，首先要搞好规划。城市防灾规划，早在 20 世纪 50 年代开始建立我国现代城市规划工作时，就明确城市防灾规划是城市总体规划的组成部分。这在 1989 年全国人大常委会颁布的《中华人民共和国城市规划法》和以后建设部颁布的《城市规划编制办法》中都作了具体规定。城市防灾规划，对一般城市来说，包括防洪、抗震、人防、防火、环保等规划。

城市防洪规划的任务主要是：①研究确定城市需设防地区，包括防江河洪水、防山洪、防海潮、防泥石流等的地域范围、设防等级一以及设防标准。②测算防洪区段安全泄洪量。③制定设防方案，包括防洪堤坝走向、排洪设施位置和规模等。④确定防洪设施与城市道路、公路、桥梁交叉的方式。⑤拟定排涝防渍的工程措施。

城市抗震规划的任务主要是：①确定地震烈度分区和重点设防工程，拟定建筑物和构筑物的抗震标准；②划定防灾疏散场地和路线。

城市防火规划的任务主要是：①拟定城市防火灾的标准，确定各级消防站的位置及服务范围，规划消防通道；②对易燃易爆的工厂、仓库的布局和防范措施提出具体方案。

城市防灾规划在实践中不断深化和发展。在 1976 年 7 月 28 日唐山地震以后，城市的防灾规划内容进一步扩大和深化。鉴于唐山地震的惨痛历史教训，对一个城市来说，除对现有生命线系统的关键工程和关键部位，必须进行抗震鉴定和加固外，还要对历史地震、地震地质条件以及人口和建筑的分布状况、城市生命线系统等方面进行调查研究，并作出地震危险区划和震害预测，拟订对原生灾害和次生灾害的各项对策和措施。唐山震后不久，颁布了《关于城市抗震防灾规划编制工作暂行规定》，对抗震规划提出了更高的要求。1986 年，国家人防委和建设部在厦门联合召开了全国人防建设与城市建设相结合座谈会，并于同年 7 月，两个单位联合颁布了《人防建设与城市建设相结合规划编制办法》，使城市防灾规划，更进一步从局部走向整体，从单项走向综合，提出城市总体防护的要求，形成了城市综合防灾的概念。

灾害管理学界定的灾害管理系统有如下职能：①监测管理子系统；②预报管理子系统；③灾害管理机构子系统；④政府指令子系统等；⑤现代减灾风险管理高级阶段子系统、危机管理等。

从灾害管理学要求的综合减灾的方向性对策上看，要坚持几大方向，即：①灾害链的综合管理；②灾害群的综合管理；③减灾应急性综合管理；④灾害与致灾因素的综合管理等。

中国乃至全球的减灾管理趋势是：要进一步完善安全减灾的 21 世纪议程，在更广泛更扎实的视角上形成管理体系及示范工程项目。无论是中国减灾规划还

是中国21世纪议程都应从学科及科学两大侧面去完善灾害管理学问题。

zaihai fengxianxue

【灾害风险学】 风险定义为遇到危险或遭受伤害或损失的概率。对灾害来说,风险专门用来评述灾害将要发生的概率,并且应用如高风险、中等风险、低风险等相应术语来表明概率值。根据灾害作图和易损性分析,风险评估有几个步骤,即什么能够并应该保护、保护到何种程度、如何采取科学措施来对付原先没有采取减轻风险措施而潜在的灾害影响。灾害风险学正是从风险学角度出发,探求灾害危险度量级的科学,其重要性已为各国所重视。

灾害风险的区域灾害风险评价与管理是随着社会经济高速发展应运而生的一门新兴学科。由于社会经济高速发展,各种不同风险的新技术、新能源的采用,人口的集中,人类活动和各类设施高度密集,综合性的复杂工业体系的形成,虽然个别设施采取了必要的安全措施,但区域内各种危险因素同时并存,交互作用,从而诱发出新的环境风险的可能性。对现代城市危险源的关注,不再是某个危险点的概念,必须关注它对城市面源的危害程度。一个工厂的事故常常给整个区域带来灾害,如1984年印度博帕尔市的一个农药厂毒气泄漏,引起该市2 500人死亡,上万人双目失明,经济损失达1.7亿美元。又如1993年8月我国深圳清水河区一个危险品仓库着火,随后引起8个危险品仓库连锁爆炸与燃烧,大火烧了18个小时,15人死亡,经济损失2.4亿元;1997年6月27日北京东方化工厂燃炉爆炸损失也很严重。以上这些都是区域灾害风险管理不善,从而给社会公众带来灾难。这些灾难性的事故,早就引起各国减灾部门与世界有关国际组织重视。1986年联合国环境规划署、世界卫生组织、国际原子能机构联合呼吁各国开展区域风险评价与管理研究活动,强调区域灾害风险评价与管理研究是保护环境生态,维护公众健康,发展经济的不可缺少的工作。

风险是人们从事生产或社会活动时可能发生有害后果的定量描述,即风险是在一定时间产生有害事件的概率与有害事件后果的乘积。

$$R = PS$$

式中 R——风险;

P——出现风险的概率,即单位时间内发生有害事件的次数;

S——风险事件的后果。

由上式可知,对风险的评估既要看它的风险发生概率,更要看它的后果损失。风险表征是把风险发生概率与损害程度以一定的量化指标表示出来。目前对于各种风险的量化指标还没有严格规定,许多风险表征的指标还处于研究与发展中。有些风险表征指标也为科学技术界所默许。例如公众健康风险评价中风险表征指标是以每年平均个人死亡率与受害人数的乘积。经济领域的风险表征是经济活动的失败概率与货币损失的乘积,所以它们的风险表征包括环境生态、公众健康、经济及自然灾害、人为事故等风险的总和。通俗地讲城市建设的风险处(无论对社区还是企业而言)是指建筑企业事先对生产经营过程的风险进行识别,然后将这些风险定量化,通过计划和控制等手段,有效地预防和应付各种风险,在保证整个建筑系统安全的基础上,求得最大效益的一种管理方法。它主要包括以下五个环节:

第一,要判明设施中存在着什么风险,明确是有可能发生的风险是什么,找出引起这些风险的原因。第二,要研究每种风险发生之前的状态,以揭示其发生的前兆,防患于未然。第三,要建立能迅速捕捉风险发生的前兆,并能做出基本估计或判断的早期警报装置。第四,要准备好灾害一旦发生时可把损失控制在最低限度的具体有效对策,做到有备无患。第五,要研究有可能利用风险来扩大收益的各种手段及其运用时机和用途,针对每种风险,拟定更加积极的预案对策。

现代城市灾害风险的新问题应该关注。如:①都市灾害风险评估的动态变化问题。灾害风险评估,是对一定时期内某种灾害在某一地区可能发生的概率和这一灾害发生时它对人们的生命财产构成的危害作出评价,这一评估应是动态变化的。以地震灾害为例,上海等几个大、中城市都进行过地震灾害评估,这是城市减震防灾的重要基础资料。但由于飞速发展的都市,一年拆迁、改建、新建各类建筑面积数百万平方米,使整个城市灾害的风险水平发生改变,因此,有必要动态掌握都市的地震灾害风险的变迁情况。②超大和超高层建筑火灾、风灾评估问题。随着高层、超大、超高层建筑的兴建和城市经济、文明生活的发展,高层、超大和超高层建筑的火灾变得越来越严重,国内外都有过大型商场与娱乐场所发生严重火灾的报道。应注意对高层、超大和超高层建筑火灾和人员伤亡情况进行统计,研究超大和超高层建筑火灾引发与发展过程中人的活动规律问题。③高层建筑还会引起一系列风灾问题。拔地而起的摩天大楼改变了地表状况,风被引向地面,造成人工风暴,并在街道的拐角处旋转,形成龙卷风。这也是随着超高层建筑兴建引起的"新风"的灾害风险。④中国社会风险水平。社会风险水平是指因自然灾害或人为灾害引起的社会个人或群体非正常死亡风险值。每个国家都有由自己国情确定的本国的社会风险水平。一些特殊行业,例如核能、航天、航空等行业以社会风险水平作评价的标准,因而灾害和风险学家认为社会风险水平是一个反映国家国情的基本数据。我国要和世界发展接轨,理应确立本国的社会

风险水平。⑤现代旅游灾害风险评估预防体系,其目标有四项:其一,维持旅游地生存,避免因某一重大灾害而大衰退;其二,树立安全的旅游地形象,避免和减少游客伤亡、利益受损这类不良事件的发生;其三,改善生态环境状况,保持和优化环境,保证旅游地稳定且可持续发展;其四,降低和消除旅游灾害带来的损失,保证旅游地旅游业迅速恢复正常等,进一步看旅游地灾害风险管理程序由以下五个步骤构成:灾害风险识别,对各种潜在及存在旅游灾害风险进行归类,并实施正确、全面地识别;风险评估,即对灾害风险进行分析和评价,以确定风险发生的可能性及其危害大小;预防体系,在风险评估的基础上,旅游管理部门应选择那些发生概率大,风险等级高,后果严重的灾害进行重点预防,这也是减灾的最大效益所在,因此需要建立一套完善的预防体系,研究预防对策,风险处置对策等。

科学地看,城市建设中灾害风险有多种分类方法,如可按风险发生机制划分:①常规风险:灾害常规风险主要是区域内各种技术设施(如工厂、矿山、交通等)在常规运行时,有的技术设施向环境排放有害物质。例如燃煤电厂运行时,向环境排放燃煤烟尘、二氧化碳、氮氧化物等,这些污染使区域环境大气质量受到影响,公众健康受到慢性危害,形成酸雨时会毁坏农作物、森林等,使环境生态受到影响。我们把由于各种技术设施常规运行时排入的有害物质而危害环境、健康的称为常规风险。②事故风险:是指人们在从事生产活动和社会活动时,由于种种原因,致使技术设施发生故障,产生人员伤亡,经济损失,环境受到损害。按事故风险的危害程度,可粗分为 3 种等级:灾难性事故风险;严重事故风险;一般事故风险。③潜在风险:灾害潜在风险是指在区域环境内,那些具有发生环境危害而暂时还没有发生的风险。按潜在风险发生的机制可粗分为:第一,直接由人类活动产生的潜在风险,如区域内存有大量易燃、易爆、有毒物质的仓库,运输工具,处理设施。这些仓库、处理设施又缺少最必要的安全措施。第二,直接由自然灾害产生的潜在风险,如在区域内历史上发生过大地震、大洪水、飓风等自然灾害。第三,由自然灾害引发的技术设施事故,如自然雷击引起油库爆炸、森林火灾,地震引起水坝决口,从而引起的洪涝灾害等。

灾害风险学的易损性分析强调风险范围(物质的、社会的、经济的)的确定;风险类型的准确度及其一个可为人们接受的风险等级。事实上,在一定社会可容忍的灾害风险,在另一社会就完全不可容忍,这其中有政治及社会致灾的易损性问题。这更是灾害风险科学研究时应必须关注的经济与现实问题!

zaihai jingjixue
【灾害经济学】 灾害经济学是一门研究灾害预测、灾害防治和灾害善后过程中所发生的一系列社会经济关系的新兴学科。灾害经济学的研究对象不是灾害的自然属性,而是灾害发生过程中的一系列社会经济关系。它是介于环境经济学、生态经济学、国土经济学和生产力经济学之间的一门边缘经济学。灾害经济学与其他经济学科比较具有以下三个特点:①它是一门守业经济学。灾害经济学不研究价值形成和价值增值,而是研究已有资源和已创价值的保护;"守业投入"是灾害经济学所要研究的一种根本性的经济效益问题。为守业而应该作怎样的投入,就成为灾害经济学的经济效益观。②它注重研究如何减缓环境、生态逆向演替过程中的一系列经济问题。灾害经济学与环境经济学、生态经济学、国土经济学都研究有关环境、生态、国土方面的经济问题,但研究的内容不同。灾害经济学注重研究如何减缓环境、生态逆向演替过程中的一系列经济关系,着重研究如何制止国土资源恶化的一系列经济问题。③灾害经济学研究的任务是灾害预测、灾害控制和灾害善后的经济问题。灾害经济学强调灾害不可完全避免,并将灾害的预测、控制和善后作为学科的研究任务。灾害经济学是站在更高的层次上研究经济问题,尤其是对潜在灾害的研究,有助于人们主动地减缓可能出现的环境与生态的逆向演替。

灾害经济学的基本原理至少归为四点,即:①灾害在社会经济发展过程中不可完全避免的原理。所谓灾害不可完全避免就是自然界的各种灾害是无法完全避免的,各种灾害的不利影响(负效益)是无法完全避免的。例如我国的洪水灾害历来是中华民族生存和发展的威胁,也构成了中华民族与洪涝灾害斗争的壮丽史实。②灾害反馈决策原理,无论自然灾害还是人为灾害,在时间上都服从自孕育期开始,经过潜伏期、暴发期、持续期、衰减期至平息期止的一个演化规律,所不同的只是各种灾害的阶段变化在时间长短上有所差异。认真研究有关灾情的信息反馈是及时制定处理灾害对策的基础。③害利互变原理,对于灾害并非只有防治一种措施,利用灾害也应该是治灾的一种措施,这也是积极对待灾害的一种态度。无论从长期看还是短期看,灾害都具有从中诱导到利用的可能性。例如防止水土流失是人们不断呼吁的问题,但也正是这种淤沙冲积,形成了现在江河下游的一系列三角洲,例如长江三角洲、黄河三角洲和珠江三角洲等。④治标措施和治本措施互促合益的原理,在采取灾害防治措施中,有治标和治本两大措施,两者不仅不可偏废,而且各具特色,相互促进,产生合益。治标措施具有投入少、见效快两大优点,缺点是效果持续性差。治本措施具有效果持续性长的优点,缺点是投入大、见效慢。它们之间的关系显然是短期措施与长期对策最佳结合的关系等。

灾害经济学的指标体系，由于反映灾情、灾害控制目标的多样性和复杂性，灾害经济学的指标体系目前尚难以全面制定。下面列举3类指标：①灾情指标比如考察洪水灾情的受灾面积和成灾面积，从理论上来说，有两个关系问题：一个是实物量指标与价值量指标的关系；另一个是实际灾情指标与相对灾害强度指标的问题。即可采取两个指标：1）实际灾情指标；2）灾害相对强度指标，就是用相应反映灾情程度的标准量指标计算出灾害相对强度指标。②控制指标，这是在灾情估测的基础上，根据不同区域、不同灾害类型和防治灾害的能力等实际情况做出防治灾害的目标，它也是一个量度型指标。确定控制指标的依据主要是：1）客观条件，即考虑自然、生态的实际情况；2）主观条件，即考虑防治灾害的技术力量和经济力量。确定控制指标既要符合实际又必须具有先进性，要经过一番努力能达到的或者说是可以达到的指标。规定控制指标时，可以有上限和下限，以便于人们在一个阈值范围内选择防治灾害的最优措施组合。③灾害治理的效果指标，该指标是灾害治理指标体系中最重要的指标。总之，灾害治理效果指标的内容极其丰富，难以一一罗列，况且灾害类型不一，其指标内容也不尽相同。但从共性来说有两个指标最为重要：1）治理灾害引起的经济损失减少部分的计量与治理灾害投入的资源值之差；2）上述两项计量值之比。如果在诸多可行性方案中，某一方案的这两个指标都为最大，则该方案就是最优方案；否则就必须在综合分析的基础上去选择最优方案。

灾害经济学的决策体系，灾害是一个过程。从时间演化角度看，灾害过程可以划分为孕育期、潜伏期、暴发期、持续期、衰减期和平息期6个阶段；从空间演化角度看，可分成灾源区、灾泛区和抑灾区3个区域。无论是时间方面的不同阶段还是空间方面的不同区域，实际上都存在着相应的最优防治区域，它们合在一起构成一个完善的防治灾害的决策体系。防灾决策内容大致有以下几点：①防治灾害的措施；②投入资金的数量与构成；③投入的方式与频率；④投入点与投放点；⑤防治措施的最迟实施时间的确定等。

确定防治灾害的对策是一件技术性很强的工作，这一工作需借助数学模型和计算机来进行。具体来说：①根据有关灾害的历史资料和灾变先兆，及时发现灾害孕育期和潜伏期，并采用积极的防范措施，尽力缩小源区的范围，减少灾害的影响程度；②当灾害暴发时，要及时做出减灾对策，将重点放在灾泛区；③在灾害持续期，要针对灾情趋于稳定这一现实，努力采取变害为利的措施，达到“堤内损失堤外补”的效果；④在灾害衰减期和平息期，要采取各种补救措施和防范措施。作为防治灾害的决策体系，除了各种有关的经济决策外，还包括行政决策和法律决策等。

zaichanglun
【灾场论】 灾场论是一种灾害系统论。

“灾场”是超越灾区时空的灾害辐射及影响范围，它的主体不可视，许多国家的灾害和全球性灾害就是以这种神秘形式存在的。在现代战争中，开展信息战或实施精确打击，极易获得对国家整体或军队全局的结构性振荡，出现“场效应”，所以灾场概念首先产生于现代军人的头脑中。灾场实际上是一种“系统病”，灾场思想对于研究各种系统问题均有科学价值。

灾场学说认为，灾害之所以具有超越灾区殃及全局的危害性质，具有惊人的穿透力和震撼力，除去灾害因素外，主要是因为社会大系统内部存在着链式反应结构。现代社会，在灾害触发或内部病变情况下对链式、连锁反应起作用的，主要是社会因果网络和社会信息网络。在这种结构中，既存在着线性传导机制，也存在着非线性传导机制——包括潜藏着若干个能够骤然放大连锁反应的重要环节。在缺少风险阻隔机制的一体化和网络化社会内，存在着错综复杂的反应链。链式反应结构平时虽呈稳定状态，却存在着条件变化时发生剧烈波动、自激增幅振荡或出现所谓多米诺骨牌效应的可能性。

认识分析重大灾害需要扩大宏观视野。因为许多事物，从内部看不清楚，而跳出来一下就能看明白。比如对台风云系的形状和移动路径，钻在风窝子里不好观测，而使用气象卫星云图则了如指掌。宏观思考还易于把握住事物的共性、提出统筹性的对策。

例如臭氧层破坏就是一种社会大“灾场”。它警示人类：在社会联系高度紧密的时代，防范大“灾场”的问题必须提到议事日程上来了。

当今时代，社会逐步走向一体化、网络化，信息、能量、物资和人员流动的速度越来越快，社会联系空前紧密。社会一方面飞速进步，另一方面酿发大灾场的风险也大大增加了。在世纪之交，已经出现或可能出现的危害一国、一洲乃至全球的社会大灾场有许多种类。比如，生态大灾场已经严重威胁到各生物链上无数物种的延续，威胁到人类的可持续发展。核扩散已成为严重的国际问题，甚至每一次核试验都形成全球性心理冲击波或外交风暴，引发新的地区性军备竞赛。艾滋病感染人数急剧上升，并造成全球性社会恐惧。蔓延世界的毒品正摧残着无数生命和家庭。一地的政治动乱可能造成一国乃至国际地区不稳定。美国有关专家认为，在计算机网络已成为社会神经系统的时代，信息攻击极可能导致社会大范围的紊乱和瘫痪，因而美国必须把信息战问题作为战略问题来对待；摧毁敌方为数不多的几个重要目标，有可能使该国的军事、经济系统的运行能力倒退许多年。

用灾场眼光透视种种潜在的巨患，把防范大灾场

问题放到战略高度认真对待，对于防止大灾难的发生和扩散有着极重要的意义。

qixiang zaihaixue

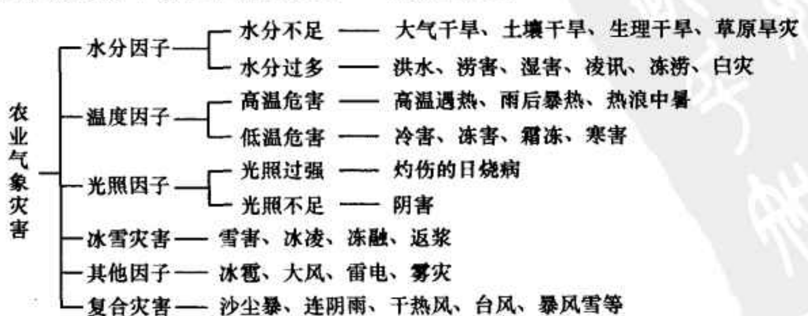
【气象灾害学】 气象指发生在大气层中的物理过程和物理现象，具体指冷、暖、干、湿、风、云、雨、雪等，其气象要素为气温、气压、湿度、风向、风速、云量、云状、降水量、降水性质等。气象灾害主要有强气流、强高压气旋、台风、龙卷风、飓风等；暴雨造成的洪灾；雪灾及雪崩；低温冻害及霜害；旱涝灾；雷灾等。气象灾害学正是研究这些灾害规律，并探讨之减弱对策的一门科学。

一般讲，气象灾害与太阳活动、地壳活动及一些宇宙现象等自然因素有关，相当比例的人为活动又加剧气象灾害，如滥伐森林尤其是热带雨林破坏将造成全球气候反常，大气污染、温室效应导致的全球变暖等。以城市气候为例，城市气候是在不同的纬度、大气环流、海陆位置和地形所形成的区域气候的背景上，在人类活动特别是城市化的影响下而形成一种特殊的气候。城市气候反映着城市面貌与气候的关系，城市与郊区气候的区别，城市气候的特点及它们的起因以及城市气候对居民健康的影响等。也就是反映微气候过程对城市的影响，这种影响决定着城市规划与建设的特征，如炎热和干燥地区、热带、温带或寒带地区的城市建设。在城市规划、城市建设和环境保护工作中，如能了解和掌握城市气候的特点及其与大气污染的关系，采取合理的城市规划和城市建筑设计及适当的建筑措施，就可趋利避害，甚至化害为利，不然的话，就有可能造成不可弥补的损失。城市气候的成因，是由于城市里昔日的林带、绿地、水面，逐渐被高楼大厦和成片的工厂所代替；城市里交通运输频繁，道路密如蛛网，车辆多如穴蚁；城市里人口高密度紧居，耗能量剧增。在这些人为因素的影响下，形成了与郊外自然状态下的环境有明显的差别。

在城市化的地区，人类活动对气候的影响，首先是通过对下垫面性质的改变来体现的。下垫面是气候形成的重要因素，它与空气存在着复杂的物质交换、热量交换和水分交换，又是空气运动的边界面。它对空气温度、湿度、风向、风速、风质以及环境辐射、地面反射都有很大的影响，这是导致城区与郊区气候不同的重要原因之一。其次，在城市工商业繁荣的经济活动中，要消耗大量的煤、石油、煤气、瓦斯等能量，且排放大量的粉尘、一氧化碳、二氧化碳和一氧化氮等。当这些粉尘和有害气体进入空气后，往往超过其自净能力，就导致城市的大气污染。因此，改变了大气的组成成分，影响城市空气的透明度和辐射热能的收支，减弱能见度，为云雾提供丰富的凝结核，从多方面影响城市气候。其次，由于城市居民生活和生产活动，如汽车、轮船、空调机、采暖设备、家居和第三产业宾馆、酒店等各种能源所排人的热量，往往大于郊区。在某些城市甚至超过当地的太阳辐射热量。如莫斯科人为热输出率已是太阳净辐射热的三倍；纽约曼哈顿区竟高达六倍。这种人为的热量，对城市增温的影响很显著。此外，在某些工业生产和居民生活的过程中还产生一定量的人为水汽进人大气，致使城市中的水分平衡与郊区有明显的差异，为许多城市气象灾害之诱因。

体现气象灾害的城市气候学的研究对象就是包括城市边界层、城市覆盖层和市尾烟气层在内的局地气候。城市气候研究的内容是：①从城市规划与建设的应用角度，进行城市气候的观测，积累资料，分析研究为建筑规划与设计提供科学的气候设计参数。②研究城市气候形成过程与变化的趋势，分析城市气候的特征。③研究人类活动如何影响气候。分析城市气候变化给人类带来有利和不利的影响，应用其规律为城市规划、工业布局、建筑设计和环境保护等方面服务。④探讨改善城市气候条件的途径。保护和合理利用城市气候资源，提出必要的措施，使城市气候向有利于人民生活和生产的方向发展。我国城市的大气污染一般都较严重，特别是那些在河谷、盆地的城市，冬季无风，出现逆温时最为严重。引人注意的大气公害灾难有：烟雾和有害气体、酸雨和光化学烟雾等。

可见，现代城市气候问题无疑越来越多地表现为灾害及其防御问题。再如农业气象灾害为例，农业气象灾害是农业生产过程中发生的不利天气或气候条件的总称。我国农业受灾损失的70%～80%都是由于气象灾害引起的。农业气象灾害按其致灾气象因子可作如下分类：



光、热、水、气等气候要素既是农业生物生活的必需因子,又构成其生存环境。在满足农业生物的要求时成为有利的环境气象条件,可看作是一种气候资源。灾害的气象条件是指气象要素不能满足农业生物生长发育和农业生产活动的正常进行,成为一种胁迫因素。当严重到能造成显著的危害和经济损失时称为农业气象灾害。气象要素的数量或强度在一定范围内才能满足农业生物的需求,过强过弱,过高过低都可能产生不利影响,甚至形成灾害,这也是农业气象灾害与其他灾害的一个显著区别。不同农业生物对环境气象条件的要求不同,对某种生物不利的气象条件,对另一种生物却可能有利。因此,农业气候资源与农业气象灾害具有一定的相对性,两者之间没有绝对的界限。但就某一个农业区域而言,已形成了适应当地常年气候条件的农业结构及技术体系,一旦遇到气候异常时会因不适应而导致经济损失酿成灾害。气候异常是古今中外常见的现象,一般来说,大陆性气候和季风气候的季节和年际变化较大,气象灾害更为频繁。一国的经济实力强弱和生态环境保护的水平也决定着对自然灾害的调节、缓冲和抗御能力。土地利用强度大,复种指数高,产量水平也较高的地区,农业生产对气象灾害也更敏感。我国大部地区为大陆性季风气候,又是人多地少复种指数很高的国度,经济发展水平不高,几千年来农业生态环境持续恶化,总体抗灾能力薄弱。这些都决定了我国是世界上农业气象灾害非常严重的国家。因此,这些都决定了加强气象灾害学研究的必要性,下列基础研究为重要前沿课题:①全球变化的气象灾害问题;②气候系统动力学与气候变化预测;③中小尺度系统动力学;④大气环境与边界层物理如我们温室气体的变化特征;⑤自然控制论与非线性动力学,如气候系统变化中的自组织问题等。

haiyang zaihaixue

【海洋灾害学】 海洋环境指地球上海和洋的总水域,包括海水及其溶解物、悬浮物、海底沉积物、海洋生物等。茫茫海洋覆盖着全球70.2%的大地表面,中国濒临世界第一大洋——太平洋,有1.8万公里海岸线和广阔的陆架浅海及散布在东南沿海的许多海岛。海洋在为人类社会提供各类鲜美食物和遍及各大洲的水上通道外,还制造着台风、风暴潮、海底地震、海啸、海底滑地等各种海洋灾害。无疑海洋灾害学正是研究各类海洋灾害的科学。

海洋灾害学研究主要从灾害调研入手。反映导致海洋灾害的自然现象变异方面的资料,由于多数有海洋预报、海洋资料部门,以及气象、水利部门的有关专门机构收集、贮存和处理分析,因此这部门资料应是全面而可靠的。本研究属于突发性海洋自然灾害,一次灾害过程的时间尺度从数分钟至数十天不等,如一次地震海啸灾害一般延续数分钟或几十分钟,而海浪和海冰灾害过程则可延续数小时、数天或数十天。具体讲应注意三个原则:

其一,突出主要,兼顾一般。我国海洋灾害中损失最严重的是风暴潮,且我国风暴潮灾害在世界上也占有重要地位,所以研究的重点应是历年的灾害损失的统计特征;其二,以变度为基础,重视灾度。如沿海和海上经济及社会的发展,物价的变动,灾害发展的评估方法的不准确等因素也造成各年代间的差异悬殊,因此当前的研究必须以变度为基础,同时高度重视灾度资料的分析、研究、核实;其三,要在研究中注意发现各种海洋灾害之间的相互关系,如海洋灾害有海上灾害及海岸灾害,基本上是由于地球水圈变异活动引发的。但该类中各种灾种又在引起海洋水体变异原因上归属于大气原因为主引起的,如风暴潮、海浪、海冰等;岩石圈活动为主引起的,如海啸;生物圈变异加人人类活动为主引起的,如赤潮等。

海洋灾害学所揭示的海洋灾害机理是:大气的强烈扰动如热带气旋、温带气旋、寒潮及冷空气等;海洋水体本身的扰动或状态骤变,如海水结冰,海洋潮汐、地裂缝、地塌陷等岩石圈运动等。统计表明,海洋自然灾害主要威胁海上及海岸,有时还危及自岸向陆广大纵深地区的城乡经济及人民生命财产的安全,如强风暴潮所致的海浸即海水上陆,在中国少则几公里,多则20~30公里,甚至达70公里,一次海潮能淹没7个县,近百万人受灾。

以风暴潮灾害为例:风暴潮灾害居海洋灾害之首,全球绝大多数因风暴潮引起的特大海岸灾害都是由风暴潮造成的。历史上,荷兰曾不止一次地被海水淹没,又不止一次地从海洋里夺回被淹没的土地,它们约占荷兰全部土地的3/4。美国也是一个频繁遭受风暴潮灾的国度,既有飓(台)风的风暴潮,又有温带大风的风暴潮。美国东海岸以及墨西哥湾沿岸,濒临大西洋,在夏、秋季节多发生飓风风暴潮。仅20世纪上半叶,美国死于风暴潮灾有1万多人,经济损失大于25亿美元,现在美国每10年就发生1~2次较大飓风风暴潮,经济损失近5亿美元。

中国的风暴潮灾害更是触目惊心。1782年的一次强风暴潮曾使山东无棣至潍县等7县受害;1895年4月28日渤海湾的风暴潮,毁掉了大沽口几乎全部建筑物;1922年8月2日一次强台风风暴潮袭击汕头,据著名气象学家竺可桢先生考证有7万人丧生;1949年上海解放初期,强台风登陆,上海市区街道水深1~2米,死难者有1 670人;1969年强台风使汕头受灾,毁良田10万公顷,使1 554人丧生。

海洋灾害无疑是可以减轻的。中国在过去的30年内,在一系列主要海洋自然灾害的监视、监测、调研、

分析预报及警报技术建设上做了工作，完成了“海洋环境数值预报研究”的攻关项目，其总体水平已接近国际水平，特别是正初步掌握海洋灾害（自然变异）的诊断分析科学技术等。概括讲我国海洋减灾战略的基本指导思想是：建立与国际相联系的海洋减灾体系，避免发生那种灾害经济损失随海上及沿海经济增长而急剧增加或翻番的情况，重点在减轻风暴潮、海浪、海冰、地震海啸、赤潮等主要灾种上下工夫。

海洋灾害学要求强化的海洋减灾研究方向是：由于海洋性自然变异过程和人类经济及社会相互作用，赋予了海洋自然灾害的综合特性及复杂性，所以对海洋灾害规律、机理、群发和伴生特性以及它们在时间和空间变化规律等方面的研究，又不只是海洋科学单学科的问题，而是涉及气象、地球物理、生物等学科的综合性问题。现代海洋灾害学主要研究的关键性课题及重要分支学科有：①各类海洋灾害成灾规律研究，包括各种不同灾种之间相互影响；②海洋自然灾害变异强度与成灾灾度关系和海洋灾害社会经济学研究等；③重点海洋减灾示范区工程研究及海岸灾害区划研究；④某些海洋灾害（如赤潮）人工控制理论、方法及应用研究；⑤重大海洋灾害及其灾后的综合性科技研究；⑥海洋监测网络及其海洋灾害立体监视预警学研究等。

shengtai zaihaixue

【生态灾害学】 目前人类所能探测到的宇宙范围内地球是唯一具有生命活动的星球。生物一方面依附于自然环境，另一方面也在改造着周边的环境。所谓生态学是研究生物之间及生物与非生物环境之间相互关系的学科。研究对象包括生物群落、自然循环、某种生物体与他种生物体之间关系等。因此有理由认为生态学研究是现代灾害学及环境科学的基础研究内容之一。从这个意义上看，生态灾害学是现代生态与灾害学的交叉科学。

一般地看生物与自然灾害有如下关系：①有害生物对人类构成直接危害；②有害生物对农牧渔业的危害；③有益生物的被破坏往往带来严重后果；④生物多样性锐减使种质资源受到破坏，将给人类利用生物资源带来极大的困难。系统地、历史地看，人类对自然灾害和减灾途径的认识是“吃一堑，长一智”，这些认识包括：人类是自然灾害的受灾体；人类是能够认识并逐渐减轻自然灾害的；人类不合理的开发及制造活动会诱发并加剧自然灾害；事故及灾害的教训告诫人类不能只是一味地向大自然索取和掠夺。这里有三个生态灾害学法则：其一，频发的灾害周期与人口限度法则；人口增加超出生产条件的限度，→过度垦伐，破坏自然生态→生产条件进一步恶化，灾害增加→自然资源的承载力急剧下降，人口被迫迁移，形成“限度”法则周限；其二，灾害治理的工程法则，纵观中外古今历史，开发水利，治理水害已成为任何一个民族生存攸关的大事，但不利于水利建设的人和事，史书更有颇多的指斥。为此灾害治理的工程法则为：治理水害、开发水利工程→水旱危害度降低→农业持续性发展；水利工程停滞、间断或弃毁→水灾肆虐危害增高；其三，灾害的惩罚及自然的补偿法则：人类与自然的物质交换，破坏了自然生态规律→自然灾害惩罚；生态条件的恶化→新的物质交换条件形成；人口随之转移。如我国人口正向渤海湾黄河三角洲，东海岸长江三角洲和南海岸珠江三角洲等地迅速集结，任其发展，这些地区的可持续之路是难走的。

纵观我国生态灾害的国情有如下基本危机性国情：①土的问题，中国现有耕地面积不足15亿亩，人均只有1.3亩，其中贫瘠缺水、盐碱类的低产田有6亿亩，可灌溉面积不足7亿亩，旱涝保收田仅5亿亩，再加上工业建设，城市化发展及农村劳力转移，可耕地面积每年骤减，生态失调问题严重；②水的问题，中国是贫水国，人均占水量不足世界平均水平的1/4，当前面临的几大问题是：主要河流流量下降，内河湖泊蓄水量下降，城市洪水频发、水污染严重等；③森林问题，中国人均森林面积为世界平均水平的12%，且分布极不均匀，如华北占4.5%，西北2.5%；④人口问题更成为加剧生态灾害的重要因素。从上述分析发现，人类很难在地球上找到一块未经人类染指的“净土”，从而导致了生态灾害中人为因素比重的增大。

值得注意：生态灾害是一种慢性或积累性灾害，在初发期往往不为人们所注意，甚至此类活动能显现出可观的经济效益。仅从人类对土地利用不当造成的生态灾害类型作一归纳：①水土流失是水土资源和土地生产力的破坏与损失的生态灾害；②森林锐减，统计表明到2005年我国70%的林业局将无林可采；③草场退化，由于过度放牧和开发等因素而导致全国草地生产能力降低和退化问题十分严重；④土地沙化，近50年来我国土地沙化之速度大大超过对其治理速度；⑤渔业捕捞过度，使渔业资源枯竭等。

生态灾害学强调的控制对策是要更新观念，全面调整人类的不当行为，具体讲要勾画出一个总体的减灾框架：第一，土、水构成的平面生态，土、水构成的立体生态，土、水、林、人构成的社会生态；第二，发展生态工程和以水、土为主的生存工程，以林为主的调适工程，以土、水、林、人四者为中心的资源配置综合工程；第三，总体讲，平面生态的生存工程主要减少现实的灾害危害；立体生态的调适工程主要是调查潜在性灾害，使之由恶性循环过渡为良性循环；而社会生态的综合工程主要是协调工农业的资源配置，尤其是调整人力，以考虑建立自然生态的减灾协调模式。总之，这些都

是对建立大生态观下的防灾减灾有指导作用的思路。

shengwu zaihaixue

【生物灾害学】 在自然界，人类与各种动植物相互依存，可一旦失去平衡，生物灾难就会接踵而至。如捕杀鸟、蛙，会招致老鼠泛滥成灾；用高新技术药物捕杀害虫，反而增强了害虫的抗药性；盲目引进外来植物会排挤本国植物，均会造成不同程度的生物灾害，危及生态环境。生物灾害学就是研究生物灾害问题及其控制技术的学问。

系统地看，生物灾害危及人类社会的主要表现是：①它直接导致人畜伤亡，据统计，1907 年印度的一只老虎在被击毙前共吃掉当地人 436 名，1993 年 2 月 5 日上午 10 点，我国内蒙突泉县某村遭群狼袭击，咬伤 17 人，咬死牲畜数十只；②它间接危害人畜如鼠疫，自纪元以来共造成数亿人死亡；③它危害农牧林业生产。据联合国粮农组织统计，全球谷物生产因虫害常年损失 14%，因病害损失 10%，因草害损失 5.8%，病虫草害可夺去农作物产量的 30%。具体以农业生物灾害为例，可发现生物灾害常会造成如下毁灭性灾害，即造成农作物面积减产绝收；导致农作物大批量变质；加剧经济损失及灾害扩大趋势。

1. 生物灾害学内涵及环境生物效应

生物学是研究生物与其生存环境之间的相互作用的规律及其机理的学科。而生物灾害学研究的对象是受人类干预的生态系统，主要内容是灾害环境对生物的影响，研究的目的是保护并改善人类与环境的关系，更合理地利用自然与自然资源，保障人类安康。灾害的生物效应有多重体现，如中生代恐龙的突然灭绝；现代工业污染污水大量排入江河湖泊，造成某些水域鱼类灭绝；滥伐森林，使动物种类和数量减少，破坏了生态平衡，使农林灾害猛增；由于大量致畸、致癌物质的扩散，已造成癌症患者增多。灾害生物效应引发后果在时间和程度上的差异，又进一步分为急性环境生物效应（如某种细菌传播引起的流行病）和慢性环境生物效应（如日本熊本县 1953～1979 年受害人数近千人的水俣病）等。再如生物地球化学性疾病也是一类典型生物灾害。一般讲，地方病主要指为某些致病生物或某些病媒生物的过度繁殖所致，如前苏联、美国等的草原、荒漠地区存在着野鼠疫的自然疫源地；如森林脑炎、血吸虫、疟疾等，人只要一进入疫区，就必然会患病。

生物灾害学所界定的生物多样性，指一定时间一定空间所有生物物种及其变异和其生态系统组成的复杂性，通常包含三个不同层次及其相互关系的多样性，即遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性。衡量生物多样性的方法是统计物种的数量，生物多样性是生物进化的结果和宝贵的自然财富。估计目前地球还存在 500 万～3 000 万种生物，已对其中 170 多万种进行了分类定名。

2. 生物资源的特点及生物多样性的价值

生物资源的特点：生物资源的生命特性决定了其具有以下特点：①动态变化性。基因有丢失、重组、突变，物种有灭绝、适应、进化，生态系统有退化、演替等。②可更新性。不同生物资源具有不同的更新周期，人类可长期有效利用。③相互依存性。物种间相互依存，生物与非生物环境因素间也存在相互影响和作用。④有限性。任何一种生物资源都不可能无限地被人们利用。

生物多样性的价值：①自然产品价值。如薪柴、天然饲料、野味、药材采集等。可不经市场直接为人类消费。这种消耗是粗放的，对生态系统常产生严重破坏。②商业性收获的产品价值。人类将野生生物驯化为农作物和家畜，其产品如市场出售的粮食、蔬菜、水果、木材、油料、肉、蛋、皮毛、布匹、纸张等都能为人类所利用。野生生物资源可以用来培育新品种，利用其中的天敌控制有害生物。③生态系统的间接价值。如评价其对人类生存环境和未来发展的重大影响和综合效益。间接价值很可能要大于直接价值，但这种价值并不反映在国民收入中，容易被人们忽视。如生物多样性维护了生态系统的稳定，对任何生物资源的过度开发都会破坏生态系统的平衡，最终危及人类自身的生存。植被对于保护水土、调节气候、减轻污染、减轻灾害、增加氧气和负氧离子有着巨大的环境效应。一个生物多样性丰富的环境能成为人类娱乐、休养、科研、教育和精神享受的场所，为人类提供美学、社会文化和历史的非物质消费性价值。即使是目前用途并不明确的物种也具有其间接价值，如野生生物资源为人类提供了物种选择的机会，物种本身就具有其存在价值，现代人类希望每一个物种都有权利生存下来，成为后代的知识宝库，这是从伦理和文化角度衡量，而不是以金钱衡量的一种价值。

3. 物种的灭绝与其原因

近几个世纪由于人类活动加速了物种灭绝的速率。近 400 年中约有 400 种的鸟类和哺乳类绝种，哺乳动物 17 世纪每 5 年灭绝 1 种，20 世纪每 2 年灭绝 1 种。美国全球 2000 年报告估计到 2000 年所有物种的 15%～20% 可能消失。世界自然保护联盟濒危物种机构保守的估计到 2050 年约有 6 万种植物灭绝或成为濒危物种，按照 10～30 种生存动物需要 1 种植物，到 2050 年全部灭绝的物种会达 66 万～186 万种，比起物种进化过程中淘汰数量至少高出 2.5 倍。其原因主要是：①人类经济社会发展活动：工矿交通水利建设和大规模农林牧渔业开发，人口猛增对各类需求的增加，破坏了各类自然生态系统，丧失野生动植物的栖息环境。

②环境污染对野生动植物的生存环境造成重大威胁：酸雨、臭氧层破坏、全球气候变暖、大量使用农药等，改变了全球水分平衡，破坏了大量土壤化学成分，改变了物种生境。③人类过度掠夺、滥采滥捕，导致某些物种和种群灭绝；世界珍稀野生生物走私是仅次于毒品和军火的第三大国际走私活动，年走私额 50 亿美元。④现代农业生产方法特别是大规模单一种植业使农业系统变得十分脆弱。⑤经济系统和政策对生物多样性的保护缺乏充分支持。⑥对于生物多样性保护缺乏必要知识和技术。⑦法律和组织管理机构尚不适应生物多样性的保护。

4. 保护生物多样性的途径

我国生态系统类型多种，生物多样性居全球第八位，北半球居第一位。由于中国大陆受第四纪冰川影响较小，保留下来一些古老珍贵生物。我国还是世界八大栽培植物起源中心之一。

我国已签署《生物多样性公约》，制定了"自然资源开发利用与保护增殖并重"和"谁开发谁保护、谁利用谁补偿、谁破坏谁恢复"的保护政策；陆续建立 708 处自然保护区，有 10 处列入联合国教科文组织的国际生物圈保护区网；建成世界最大的作物品种资源库。

保护生物多样性的途径主要有：①健全政策和法规。世界环境与发展大会指出，必须制定国际保护生物多样性公约，由联合国负责监督执行。《中国 21 世纪议程》提出将颁布《中华人民共和国自然保护区管理条例》《野生动植物保护条例》，制定"中国生物多样性保护行动计划"及有关规范、标准。②加强宣传教育。应大力开展普法和科普教育，提高全民环境意识，惩治偷捕偷猎者。③加强生物多样性保护的科学研究。研究生物资源的分布、种群动态、濒危原因、开发利用现状、保护措施、存在问题等。制定相应保护计划采取保护措施。我国将建立生物多样性监测网络和国家级信息系统。④加强生物多样性保护的国际合作。生物多样性保护是一项全球行动计划，因为生物多样性衰竭的恶果和造成的灾害是全球性的，某些生物资源的存在不受国界限制，属各国公有。我国已与许多国际组织开展了有效的合作，包括濒危物种和生态系统多样性保护和生物资源可持续利用、人与生物圈计划、农业生态系统与资源综合利用、生物防治、全球环境监测系统和生物多样性监测数据等。

5. 生物灾害的综合治理对策

生态灾害是制约实现第三步战略目标、危及国家安全、企业生存和人们身心健康的瓶颈。所以保护生态环境及生态减灾就是保护及发展生产力。

生物灾害综合治理科学对策之基本含义：从大生态系统的整体出发，根据有害生物与环境之间的相应联系和人类对社会经济生产及发展的具体要求，充分发挥自然控制因素的抑害减灾作用，因地制宜协调运用必要的防治措施，将有害生物控制在经济受害允许水平之下，避免或减轻灾变，以获得综合的生态效益。即开展以生态工程、生态经济、生态设计、产业生态学及环境未来学研究为中心的生物减灾工程实践。

chengshi zaihaixue

【城市灾害学】 城市灾害学是以城市防灾减灾为研究对象的学科。它把看起来孤立的城市灾害（事故）事件之间，通过"链"而紧密联系并构成灾害系统。城市灾害学作为一门学科至少要回答如下问题才不失学科的科学性及创新性，即①城市防灾减灾总构想；②城市灾害特点，如危害性、相关性、多样性、地区性、突发性、群发性、模糊周期性、社会性等；③城市灾害的性质；④城市灾害致灾机理及形成要素；⑤灾害模型论如模型概念、系统动力学、风险分析、危机控制、层次分析法等；⑥城市减灾工程决策与减灾对策分析，如灾害预测与灾害经济学等。美国数学家、人类现代控制论创始者维纳认为，以实验的态度提供一些异端的和犯忌的见解，这是科学家的职责，初创中的城市灾害学将应用量化工具及模型使之科学化程度更高。

1. 城市灾害"时—空"特性研究

灾害具有一种超越灾区而将危害波及一个更大时空的特性。就时间特性而言主要包括灾害发生速度、灾害持续时间、灾害演变过程等内容。速度和时间具有一致性。灾害发生速度快则持续时间短；慢则持续时间长。据此有突发性灾害和缓发性灾害之别。前者如地震、水灾、火灾等在短期内发生，危害效果、破坏强度十分明显；后者如城市地面沉降、人口爆炸、沙漠化等长期缓慢，个别事件的危害不易察觉，带有隐蔽性，而整体效应十分显著。缓发性灾害在一定程度上会加强突发性灾害的灾度，如沿海城市地面沉降问题，宁静之时不觉其危害，一旦地震、台风等灾害悄然而至，地面沉降的灾害效益立即显形，从而造成更大损失。突发性灾害在某种程度上对城市的破坏会造成区域整体系统的结构性振荡。突发性灾害和缓发性灾害互相作用，共同对城市和区域的发展构成威胁和危害。任何灾害的发生都有一个能量聚集、发展、演变的过程，而且周期长、中、短不一。灾害的空间特性与时间特性同样十分鲜明。各地区城市化速度、水平高低不同，同样强度的灾害对城市经济、人口、社会发展的破坏和损失明显不同，表现出明显的区域差异性。一般说沿海地区重于内陆地区，开放地区重于落后地区。而且现代科技极为发达使得信息传播速度大大加快，灾害、灾情信息在时间上迅速传播，在空间上迅速扩散。

2. 城市人类住区防灾减灾研究

住区是人类赖以生存的条件和基础，也是发展物

质文明和精神文明的基地。住区的范围包括城镇及独立的社区、工矿区等。随着人类住区机能和设施的不断完善,人、自然和环境之间的关系变得越来越复杂,致灾和成灾的因素有不断扩大的趋势。提高人类住区的防灾抗灾能力,保障人居环境的安全已成为全人类共同关心的问题。"八五"期间,国家科委已进行城市建筑和生命线工程抗震新技术的研究,在供水管网、砌体结构和中高层钢筋混凝土结构房屋的隔震减震和耗能技术方面开展了攻关研究,建设部结合墙体改革的需要重点进行了空心砖、砌块建筑和底层框架砖房抗震性能研究工作,在一定程度上拓宽了这些结构的使用范围,提高了抗震能力,为进一步的研究和发挥综合社会经济效益奠定了基础。本领域"九五"期间的攻关方向主要是面向城市生命线工程和重大建筑防灾减灾技术,重点发展经济、高效的防灾减灾措施,尽量兼顾防御多种灾害的综合效益,优先考虑在本世纪初能推广应用和产生良好社会经济效益的实用新技术,适当考虑科技成果积累和长期发展的需要,发展和完善综合减灾对策。

3. 城市生命线系统防灾减灾研究

交通运输、情报通讯、能源供应、供排水等工程系统对于维持现代社会生活是必不可少的,犹如人体中的动脉、神经、消化、呼吸等系统对人类生命的重要性一样,故可形象地将其统称为人类社会活动的生命线系统,一般集中表现在城市。城市生命线工程是现代化城市的基础设施,维持城市的机能和抢险救灾均具有难以替代的重要作用,其关键技术的研究在国外始于20世纪70年代初,我国始于唐山地震之后,先从抗震问题开始继而发展到其他灾种。美国自然科学基金会正在筹划一个庞大的计划,深化研究,推动技术进步和城市基础设施的更新改造。这方面的国际合作和交流也非常活跃,我国的科研、设计单位和大专院校已在促进国际合作和深化研究方面发挥了重要作用。由于生命线工程的防灾技术目前还处于开拓和发展阶段,各国研究水平的差异还不很大,我国在这方面的研究起步不算晚,并已具备较好的基础,但是在研究范围及观测试验和实时监控等方面尚有较大的差距。具体内容:①埋地管道的抗震设计指标和方法,发展考虑地面运动输入机制及土与管道相互作用的设计方法;②发展供水和煤气系统在灾害条件下的可靠度评价和监测、调度方法;③研究城市生命线系统的专用 GIS 系统和防灾减灾信息管理系统;④研究城市基础设施的综合减灾对策;⑤城市快速交通系统及其枢纽工程的防灾、减灾设计和现有结构的诊断和加固;⑥建筑和设备意外爆炸事故的防御技术等。

4. 城市建筑结构隔震、减震技术研究

建筑结构隔震、减震技术自20世纪70年代以来已有很大的发展,在诸多的方案中已优选出叠层钢板橡胶垫和摩擦滑移两种基本体系,并可根据工程的实际需要引入各种辅助机构,国外已建成100多栋试点和示范工程,其中已有几栋经受了强烈的考验。我国建成和正在建设中的隔震、减震建筑亦已接近十栋,但在研究范围和深度方面与国际先进水平相比尚有一定差距,在现场测试和观测数据的积累方面则有更大的差距。目前国际上的研究热点是进一步优化体系,提高其在极限地震作用下的可靠度。其具体项目有:①高烈度地震区低造价居住和公用建筑(包括多层砌体房屋、底层框架砖房和内框架房屋等)的实用隔震减震体系和配套技术;②发展和改进隔震机构,提出降低材料和加工费的实用途径和方法;③预测在基本烈度地震和罕遇地震作用下隔震建筑的加速度和位移反应,提出相应的安全保障措施;④通过示范工程和批量推广,提出隔震建筑的设计施工要点及质量控制和维护要求,发展和完善试验检测和现场测试技术和监控,形成产业化配套技术,发展建筑隔震减震产品等。

5. 现代城市灾害社会人文科学与救援医学研究

现代城市灾害的突发性及社会性,使有着"文明恐惧症"的市民呼唤急救,呼吁急时救援。为此在城市灾害学框架中,应建立相适应的现代医学科学的学科,使危重急症,灾害卫生救援工作科学化、规范化。这门新的学科即为"现代救援医学"。1989年在瑞典斯德哥尔摩由世界卫生组织(WHO)举行的"首届世界预防事故和伤害会议"上提出产生了"安全社区宣言"。安全的生活是一项基本权利,使"人人安全",这是基于现代城市意外伤害、天灾人祸此起彼伏的现状,严重地威胁人类的安全生产、生活,已构成世界主要的公共卫生问题之一,并随着都市现代化而在继续恶化。灾害属于全球性的社会和公共卫生事业的问题,直接涉及到民众的生命安全、医疗保健,其中需要有相应的以医学科学内容为主、并与相关科学结合的一门新的学科,它既逾越医学科学的界限,又跨诸多学科,彼此交叉渗透,应用面甚广。

6. 城市地下空间的防灾减灾研究

地下空间的隐蔽、封闭、隔离等环境特性,致使所形成的空间中的空气质量、温热、声、光及生态、视觉环境与地面建筑不同,且对人的心态、生理影响也不同。同时,封闭的地下空间,既有防御外来灾害的一方面,又有一旦发生灾害(尤其是火灾和水灾),造成更严重损失的后果的一面。因此,国外很注重地下空间环境的自动化控制技术、内部环境的设计艺术与改善技术措施(如太阳光的引入,地面景观的引入等),以及防灾救灾技术措施与成套技术设备。其具体项目有:①地下空间环境设计技术标准与自动化控制成套技术

设备的开发;②太阳光引入技术及设备开发;③地下空间中人的心态特征与诱导设计;④地下空间中火灾的自动探知、警报、灭火系统的设计与产品开发;⑤地下空间的消防救护技术与设备开发等。

xitong zonghe jianzaixue

【系统综合减灾学】 综合减灾学不同于某一单学科领域的减灾问题,而是采用系统工程的思路,从灾情认识及分类上,从综合减灾规律及致灾机理上,从减灾科技研究路线上,从减灾管理对策制定上,从减灾立法上都强调集安全、减灾、环保为一体的大思路的学问。国内外数十年安全减灾实践特别是20世纪90年代"国际减灾十年"的研究进展表明,综合减灾学作为体现大安全观的横断性交叉科学有其创立的必要,因为它的完善还对于国家实施综合减灾管理对策起着奠基的作用。

从减灾的角度分析系统减灾是指要有保护环境的观念,保护资源的观念,要注意协调经济发展与生态环境之间的关系。系统减灾学的系统工程原理提供了解决复杂系统问题的有效方法,以下学术观点应合理坚持:

①学术研究同经济建设相结合。科学技术面向经济建设、为经济建设服务是我国发展科学技术的方针,也是进行国民经济建设的需要。只要把研究工作同经济建设结合起来,系统工程才会有生命力,同时也能进一步发展系统工程的理论和方法论。②理论分析同经验总结相结合。理论与实践是相互联系的两个方面,而经验总结恰是理论与实践之间的桥梁。③定量分析同定性分析相结合。质与量是一个事物的两个方面,长期以来,城市学领域内比较重视质的研究而忽视量的研究,这样不利于解决问题和圆满地完成任务。④分析者同决策者相结合。系统工程工作者在决策过程中起分析者的作用,有关的领导才是决策者,在研究过程中,分析者的任务是努力弄清决策者要解决问题及其所分析阐明各个方案的利弊及采用前提,向决策者提供全面而又浓缩的有用信息,协助决策者做出科学决策。⑤自然科学与社会科学相结合,从而导致诸如城市灾害学、气象灾害学、洪灾学、灾害社会学、灾害伦理学、减灾文化学等相互交叉,并派生出一系列对指导现代及未来减灾有意义的新学科。关于综合减灾学的原理主要体现在如下三个方面,即:

1. 综合减灾规划的指导思想

综合减灾就是强调系统化的综合分析与决策,作为规划的指导应抓住"综合"的关键调查,即:①经济建设与防灾建设一起抓;②防灾、抗灾、救灾与恢复建设一起抓;③城市各行政管理部门应相互结合,实施工程与管理的综合网络;④灾害研究预测部门、工程建设、政府机构及民间社团相互结合;⑤促进灾害科学自然态与社会态的结合,形成交叉性课题;⑥工程性减灾的硬措施与非工程性减灾的软措施的结合;⑦数据观测、灾情资料、趋势预测的交流,发布警报与救灾措施的交流;⑧减灾与兴利相结合(如蓄雨补充地下水);⑨政府科技行为与社会公众参与的减灾自救活动。

2. 综合减灾规划的"水平"与"垂直"两大体系

所谓"水平"的体系要素即强调要包括城市规划建设减灾所涉及的一切领域。如依据改进了的气象卫星和地面观测网所提供的当地气象预报的普遍应用,通过建立灾害的警报、预报、排除、限制系统使城乡道路毁坏程度大大降低;根据临近爆发的探测信号传感的改进,来建立防止灾害的系统;综合考虑土木工程领域所涉及的建设体系,广泛实用地震源强度和地震资料显微分析技术,减轻灾害损失;为在灾害事故中能加强安全措施,广泛应用多路布置,改进永久性基础设施的可靠性技术,应用生物工艺学对不易分解的和有害物质进行高效处理的新型废水处理系统的再开发;城市附近要建立可调节的水资源或大水域的管理系统;在有害化学物质屏蔽系统结构的基础上,建立潜在的有害化学物质的生物实验和测量技术、模型和数据库;为使环境和人体更安全,对广泛应用的新药品、食品或消费品投入市场时特别应进行环境与安全的技术评估等。

所谓综合减灾的"垂直"体系要素应强调工作程序的基础过程。即:①确定研究目标,如分析建立综合减灾体系的理论基础及方法学基础,制定必要的指导性标准;②确定计划进度与实施方案,选择试点项目、调查研究;③分析研究成果如应对综合减灾体系给出确切定义,规定开展首都圈综合减灾的一般程序及可争取到的支持系统及其条件;提出开展综合减灾技术与管理、宣传与实践所面临的相关问题。综合减灾的城市体系虽属探讨性课题,但其作用意义是极其明显的,它不仅仅会有效地指导像北京这类大都市的城市减灾系统界面问题,还将对中国及世界城市发展进程中普遍遇到的"城市病"提供政策性建议。为此,减灾规划在研究中应把握以下原则,即:①远近结合,近期为主,对防灾减灾重点技术的发展及治理水平做出政策性规定;②注重实施,考虑不同条件及特殊需要;③突出重点,求实不求全,主要分轻重缓急,研究带普遍性、方向性问题技术性政策;④要发挥传统的防灾意识及方式,使之统一到联合国"国际减灾10年"全球统一行动的要求上来。

3. 综合减灾的模型体系

模型化系统的一大特色,建立数学模型进行地理系统模拟是开展地理系统研究的基础工作,一切分析、预测、模拟、决策均在计算机化的系统模型上进行,因此,系统模型可称系统的实验室。灾害系统模型按其性质与用途可分为静态模型与动态模型、随机模型与

确定性模型、模拟模型及最优化决策型。如城市综合防灾减灾是包括机构、管理权限、工作任务在内的管理体系,现行的问题是科研先行,但管理体系并未真正形成,尤其缺乏系统的训练有素的防灾减灾系统工程师及其技术知识体系。为此以城市系统为例展开如下综合研究:

①研究城市灾害学在灾害系统中的地位及作用,研究国内外大都市已开展的集政策、技术、管理、方针为一体的综合防灾减灾对策问题及准则。②分析城市灾害现状,并实施灾害风险统一图景及灾度排序。③建立灾害评估体系及减灾模型论。④研究综合防灾减灾管理对策,突出对广义灾变管理思维及哲理:失误论理论与实践。⑤明确城市规划对策与防灾减灾规则、防灾减灾标准的关系。⑥全面实施防火减灾设计对策,从室内→室外,从住宅→居住区,从一般设施→城市生命线系统。⑦落实防灾减灾综合技术对策,突出对抢救设备的开发及评估。⑧特别关注人为失误型灾害的机制研究及控制对策。⑨及时总结灾后恢复重建的成功与失败经验,进而提出可行的技术经济对策,并更为有效地保护维系社会稳定,最为有效的救灾机制。⑩在形成综合防灾减灾案例及调研报告的基础上,建立城市的综合防灾数据库及数据体系。

具体讲,综合减灾模型体系有三大内容,即:①建立综合减灾信息系统及对策分析体系,对灾害资料、档案和文献的调查分析基础上,完成分类的综合的灾情情况、时空分布、减灾条件、减灾经验及教训的信息库,并从深层次入手做统一整编和减灾对策分析。重点要利用"城市地理分析"和"城市地理信息系统"、"灾害风险地图及区划"进行灾害、事故、公害、突发事件的分级与评定,研究评估方法及评估模式,完善灾害评价专家决策系统。②建立综合减灾量化评价模型体系。研究集"事故、灾害、环保"为一体的广义减灾量化函数以确立灾害状态预测及预警模型、确立灾害风险政策模型、确定生命线系统更新寿命论模型、确立减灾与保险的灾害经济模型等。③确定减灾研究重点,提高抗御抗灾能力。要落实国务院批复的建设城市综合防灾体系的要求。在新区规划,旧城改造中要充分考虑,避免处理不当造成的多重"人灾";尤其应科学地规划社会经济建设门类中具有危险源、污染源、高耗能、高潜在危害的行业,提高城市的本质安全度;重点提高城市生命线系统的防灾备灾能力。具体讲是提高城市道桥、各地下管网、地铁人防、火车站的安全度。

dizhi zaihai

【地质灾害】 自然变异和人为的作用都可能导致地质环境或地质体发生变化,当这种变化达到一定程度时,其产生的后果损失及危害称作地质灾害。人为地质灾害即为人类活动为主要诱因的地质灾害。如地面沉降、地面塌陷、矿山地质灾害、水土流失、水质污染及地方病等都属"建设性"破坏造成的人为性地质灾害。

地质灾害的形成是一种动态和具有随机性的过程,多数表现为突发性和难预见性。地质灾害与次生灾害造成的破坏是巨大的,这些灾害包括强烈地震、洪水泛滥、泥石流、坍塌、水土污染、地面沉降、地表塌陷,以及软弱土、湿陷土、膨胀土等特殊地基土在外因作用下转化为次生灾害,不但造成伤亡和巨大经济损失,而且给社会带来各种消极因素和人民生活的不安定。

dizhen

【地震】 地震是指大地突然发生的震动。地震分为天然地震和人工地震两大类。天然地震主要包括构造地震、火山地震、陷落地震、陨石冲击地震等。构造地震是由于地下深处岩石受地球构造运动影响,发生破裂、错动,长期积累的能量突然释放出来,以地震波的形式向四面八方传播,引起地表的震动。构造地震发生的机会最多,约占地震总数的90%以上。火山地震是指因火山喷发引起的地震。陷落地震是指由于巨大的岩溶洞穴或矿井突然塌陷引起的地震。陨石冲击地震是指巨大陨石降落时冲击地球表面引起的地震。人工地震是指因工业爆破、地下核爆炸、大型水库蓄水、深井高压注水等引起的地震。人工地震一般强度较低,影响范围较小,破坏较轻。天然地震,特别是构造地震,突发性强,危害范围广,常常造成十分严重的损失。

地震除直接造成严重的人员伤亡,破坏房屋及其他工程设施外,还常引起火灾、水灾、煤气和有毒气体泄漏、细菌和放射物扩散以及海啸、滑坡、崩塌、地裂缝等次生灾害,从而进一步加重灾害损失。

表示地震本身大小的量度指标是震级。震级与地震释放出的能量多少相关,根据地震仪器的记录通过推算得出。以震级标度地震大小最初是由美国地震学家里克特(C. F. Richter)于1935年研究加利福尼亚地方性地震时提出来的。规定以距震中100 km处"标准地震仪"(或称"安德生地震仪",周期0.8秒,放大倍数2800,阻尼系为0.8)所记录的水平向最大振幅(单振幅,以微米计)的常用对数为该地震的震级。后来,通过不断发展,根据远台及非标准地震仪记录的换算也可以用来确定震级。根据用来计算震级记录的震波类型,震级有面波震级(M_S)、体波震级(M_B)、近震震级(M_L),它们之间可以进行换算。

由于地壳的强度是有限的,所以积蓄能量不可能无限制地增加,所以地震的震级是有一定限度的。目前用里克特方法测算的已知的最大震级为8.9级。1~8.9级地震的能量见表1。根据不同强度地震的破坏能力,按照震级的大小进一步划分为5个级别:①超微震:震级小于

1 的地震。该级别地震人们不能感觉,只有用仪器才能测出。②微震:震级大于 1、小于 3 的地震。该级别地震人们也不能感觉,也只有用仪器才能测出。③小震:又称弱震,震级大于 3、小于 5 的地震。该级别地震人们可以感觉,故有时也称有感地震,但一般不会造成破坏。④中震:也称强震,震级大于 5、小于 7 的地震。该级别地震可造成不同程度的破坏。⑤大地震:震级 7 级和 7 级以上的地震。该级地震可造成十分严重的破坏。

地震活动引起一定范围的地面发生不同形式的运动,因此对人类造成破坏。不同地点地面运动的强度有很大差异,这除了受地震活动能量(震级)控制外,尚与震源深度、与震中的距离以及地震波传播的介质条件等诸多因素有关。正是由于这些条件的差异,使同一次地震事件在不同地区造成的破坏损失程度有很大不同。为了综合反映这种变化,采用地震烈度来标示这方面特征。地震烈度是指地震在地面产生的实际影响,即地震活动所造成的地面和建筑物的破坏程度。地震烈度不是通过仪器测定的。而是根据人对地震感觉和地面及地面上的房屋、工程建筑、器具等遭受地震影响和破坏的程度确定的。

表 1　　里氏震级与地震能量对照

震级	1	2	3	4	5
能量(J)	2×10^{6}	6.3×10^{7}	2×10^{9}	6.3×10^{10}	2×10^{12}
震级	6	7	8	8.9	
能量(J)	6.3×10^{13}	2×10^{15}	6.3×10^{16}	1.4×10^{18}	

目前世界上对地震烈度的划分很不一致。我国采用十二度表(表 2)。

表 2　　地震烈度表

烈度	房屋	结构物	地表现象	其他现象
Ⅰ度	无损坏	无损坏	无	无感觉,仅仪器才能记录到地震发生
Ⅱ度	无损坏	无损坏	无	个别非常敏感的,且在完全静止中的人能感觉到
Ⅲ度	无损坏	无损坏	无	室内少数的完全静止中的人感觉到振动,如同载重车辆很快从旁驶过;细心的观察者注意到悬挂物轻微摇动

续表

烈度	房屋	结构物	地表现象	其他现象
Ⅳ度	门窗和纸糊的顶棚有时轻微作响	无损坏	无	室内大多数人有感觉,室外少数人有感觉;少数人从梦中惊醒;悬挂物摇动,器皿中的液体轻微振荡,紧靠在一起的不稳定的器皿作响
Ⅴ度	门窗、地板、天花板和屋架木榫轻微作响。开着的门窗摇动,尘土落下。粉饰的灰粉散落,抹灰层上可能出现细小裂缝	无损坏	不流通的水池里激起不大的波浪	室内几乎所有人和室外大多数人有感觉,大多数人都从梦中惊醒;家畜不安;悬挂物明显摇摆,少量液体从装满的器皿中溢出,架上旋转不稳的器物翻倒或落下
Ⅵ度	Ⅰ类房屋许多损坏,少数破坏(非常坏的房、棚可能倾倒;) Ⅱ类房屋许多轻微损坏	砖石砌的牌坊、塔和院墙轻微损坏; 个别情况下,道路上湿土中或新填土中有细小裂缝	特别情况下,在潮湿、疏松的土里产生细小裂缝; 个别情况下,山区中偶有不大的滑坡、土石散落和陷穴	很多人从室内跑出,行动不稳。家畜从厩内跑出; 器皿中的液体剧烈动荡,架上的书籍和器皿等有时翻倒或坠落,轻的家具可能移动
Ⅶ度	Ⅰ类房屋大多损坏,许多破坏,少数倾倒; Ⅱ类房屋大多损坏,少数破坏; Ⅲ类房屋大多数轻微损坏,少数破坏	不很坚固的院墙少数破坏,可能有些倒塌,较坚固的院墙损坏; 不很坚固的城墙很多地方损坏,有些地方破坏,城墙少数倒塌,较坚固的城墙有些地方损坏; 牌坊、砖石砌的塔及工厂的烟囱可能损坏; 碑石和纪念物很多轻微损坏; 由于黄土崩滑,土窑洞的洞口遭受破坏; 个别情况下,道路上有小裂缝;路基陡坡和新筑道路土堤的斜坡上,偶有塌方	干土中有时产生裂缝,潮湿或疏松的土中裂缝较多、较大、少数情况下冒出夹泥沙的水; 个别情况下,发生陡坎滑坡。山区中有不大的滑坡和土石散落。土质松散的地区,可能发生崩滑。水泉的流量和地下水位可能发生变化	人从室内仓皇逃出,驾驶汽车的人也能感觉; 悬挂物强烈摇摆,有时损坏或坠落,轻家具移动,书籍、器皿和用具坠落

续表

烈度	房屋	结构物	地表现象	其他现象
Ⅷ度	Ⅰ类房屋大多破坏，许多倾倒； Ⅱ类房屋许多破坏，少数倾倒； Ⅲ类房屋大多数损坏、少数破坏(可能有倾倒的)	不很坚固的院墙破坏，并有局部倒塌，较坚固的院墙局部破坏； 不很坚固的城墙很多地方破坏，有些地方崩塌、墚墙许多倒塌。较坚固的城墙有些地方破坏，砖、石墚墙少数倒塌； 牌坊许多损坏； 砖、石砌的塔及工厂烟囱遭受损坏；不很坚固者破坏、甚至倒塌； 不很稳定的碑石和纪念物移动或翻倒，较稳定的碑石和纪念物很多损坏、有些翻倒； 路堤、路堑和陡坡上有不大的塌方； 个别情况下，地下管道的接头处遭受破坏	地上裂缝宽达几厘米，土质疏松的山坡和潮湿的河滩上，裂缝宽度可达10厘米以上。在地下水位较高的地区，常有含泥沙水从裂缝或喷口里冒出； 在岩石破碎、土质疏松的地区，常发生相当大的土石散落、滑坡和山崩； 有时河流受阻，形成局部积水；有时井泉干涸或产生新泉	人很难站得住； 由于房屋破坏，人畜有伤亡； 家具移动，并有一部分翻倒
Ⅸ度	Ⅰ类房屋大多数倾倒； Ⅱ类房屋许多倾倒； Ⅲ类房屋许多破坏，少数倾倒	不很坚固的院墙大部分倒塌。较坚固的院墙大部分破坏，局部倒塌； 较坚固的城墙很多地方破坏，墚墙许多倒塌； 牌坊可能破坏； 砖、石砌的塔及工厂烟囱很多破坏，甚至倾倒； 较稳定的碑石和纪念物很多翻倒； 道路上有裂缝。有时路基毁坏。个别情况下，铁轨局部弯曲； 有些地方地下管道破裂或损伤	地上裂缝很多，宽达10厘米以上，斜坡上或河岸边疏松的堆积层中，有时裂缝纵横宽度可达几十厘米，绵延很长； 很多滑坡和土石散落、山崩； 常有井泉干涸或新泉产生	家具倾倒并损坏； 房屋倒塌，造成人畜伤亡
Ⅹ度	Ⅲ类房屋许多倾倒	牌坊许多破坏，石砌的塔及工厂烟囱大都倒塌； 较稳定的碑石和纪念物大都翻倒； 路基和土堤毁坏，道路变形，并有很多裂缝，铁轨局部弯曲； 地下管道破裂	地上裂缝宽几十厘米，个别情况下达1米以上。堆积层中的裂缝有时组成宽大的裂缝带，持续绵延可达几公里以上，个别情况下，岩石中有裂缝； 山区和岸边的悬崖崩塌，疏松的土大量崩滑，可阻塞江河，形成相当规模的新湖泊； 河、池中发生击岸大浪	室内家具和用品大量损坏；房屋倒塌，造成人畜死伤
Ⅺ度	房屋普遍毁坏	路基和土堤等大段毁坏，大段铁轨弯曲； 地下管道完全不能使用	地面形成许多宽大裂缝，有时从裂缝里冒出大量疏松的、浸透水的沉积物； 大规模的滑坡、裂缝和崩塌，地表产生大量垂直和水平断裂；地表水和地下水位剧烈变化	由于房屋倒塌，压死大量人畜，埋没许多财物
Ⅻ度	广大地区内房屋普遍毁坏	建筑设施普遍毁坏	广大地区内地形有剧烈的变化； 广大地区内地表水和地下水情况剧烈变化	由于江河湖海涌浪及山区内崩塌和土石散落的影响，人和动、植物遭到毁灭性破坏

注：(1)房屋类型

Ⅰ类：①简陋的棚舍；②土坯或毛石等砌筑的拱窑；③夯土墙或土坯、碎砖、毛石、卵石等砌墙，用树枝、草泥做顶，施工粗糙的房屋。

Ⅱ类：①夯土墙或用纸及灰浆砌筑的土坯、碎砖、毛石、卵石等墙，不有木柱的，或虽有细小木柱，但无正规木架的房屋；②老旧的木架的房屋。

Ⅲ类：①有木架的房屋(宫殿、庙宇、城楼、钟楼、鼓楼和质量较好的民房)；②竹笆或灰板条外墙，有木架的房屋；③新式砖石房屋。

(2)建筑物的破坏程度

①轻微损坏—粉饰的灰粉散落，抹灰层上有细小裂缝或小块剥落，偶有砖、瓦、土坯或灰浆碎块等坠落，不稳固的饰物滑动或损伤。

②损　　坏—抹灰层上有裂缝，泥块脱落，砌体上有小裂缝，不同的砌体之间(如砖墙与土坯墙间)产生裂缝，个别砌体局部崩塌。木架偶有轻微拔榫。砌体的突出部分和民房烟囱的顶部扭转或损伤。

③破　　坏—抹灰层大片崩落，砌体裂开大缝或破裂，并有个别部分倒塌。木架拔榫，柱脚移动。部分屋顶破坏，民房烟囱倒下。

④倾　　倒—建筑物的全部或相当大部分的墙筑、楼板和房顶倒塌，有时屋顶移动。砌体严重变形或倒塌。木架严重倾斜，构件折断。

地震烈度虽然受多种因素影响,但主要受震级和震源深度控制,即一般情况下,震级越高,震源越浅,烈度越大。因此,多数浅源地震的震中烈度与震级可大致对应(表3)。

表3　地震震中烈度与震级、震源深度对照

震中烈度 / 震源深度(km) / 震级	5	10	15	20	25
2	3.5	2.5	2.0	1.5	1.0
3	5.0	4.0	3.5	3.0	2.5
4	6.5	5.5	5.0	4.5	4.0
5	8.0	7.0	6.5	6.0	5.5
6	9.5	8.5	8.0	7.5	7.0
7	11.0	10.0	9.5	9.0	8.5
8	12.0	11.5	11.0	10.5	10.0

dizhen yubao
【地震预报】　地震预报是根据地震地质、地震活动性、地震前兆异常和环境因素等多种手段的研究与前兆信息监测所进行的现代减灾科学。

地震预报技术是从地震监测、大震考察、野外地质调查、地球物理勘探、室内实验研究等多方面对地震发生的条件、规律、前兆、机理、预报方法及对策等的综合技术。

我国根据观测到的大量前兆异常资料及一系列预报地震的经验,逐渐形成了"长(数年至一二十年)、中(一到数年)、短(数月以内)、临(数天至几十天)"的渐进式预报模式;采取"震源形成及演变过程的追踪与区域应力场变化的动态监测相结合"的工作方式;用"条、块、带、源、场、兆、触、震逼近思想",进而研究了地震预报的判据、指标、方法以及技术程序。

地震综合预报的工作程序与内容见下表:

地震综合预报的工作程序与内容①

	目　标	作　用
长期预报	对数年至一二十年内强震活动的地区与强度进行趋势预测	划分监测重点区,指导抗震防灾工作
地震形势预测	对三五年内区域强震的发展趋势、活动水平与地区作预测	为年度中期预报提供背景
年度中期预报	预测一二年内地震活动的趋势、水平、强度,圈定地震危险区	
短期预报	缩小预报区范围,进一步判定与修正地震三要素	为临震预报提供前提
临震预报	使预报时间缩短到一个月到一周内,预报范围缩小至100—200公里内;尽量减小预报误差	为临震决策提供科学依据
震后趋势预报	在中强以上地震发生后对震区及临区在短期内(一般几天至几十天)的地震趋势与强余震活动作预报	服务于救灾、防灾与震区恢复工作

①《中国地震预报概论》(梅世蓉、冯德益等著,地震出版社1993年版)谈到的地震综合预报五阶段工作程序仅包括表中后五项:即地震形势预测、年度地震中期预报、地震短期预报、地震临震预报与震后预报。

长期预报是对某一地区今后数年到数十年强震形势的粗略估计与概率性预测。主要依据是对历史地震活动资料的统计分析,对现今地质构造活动(尤其是断层)背景、地震活动背景、其他地球物理场的变化背景、地壳形变(幅度、速率、方向等)的观测研究,并考虑到天体运动、地球自转等因素。通过断层活动与其他这些因素的组合特征及发展趋势,对区内的发震可能性及其变化方式进行分析,提出长期性的趋势预报意见。以此为基础,才可在监测力量较强、资料较多的地区进行地震三要素的中、短期定量预报。由于中国地域辽阔,监测与研究力量有限,因此在长期预报中就要有所侧重,注意强震的地震地质标记,如大地构造的边界带、新构造差异活动带、活动断裂带、断陷盆地、地壳厚度变异带、壳内低速层(在地壳岩石圈之下,上地幔上部,大约60—250 km深处有一地震波速局部降低的圈层,叫低速层)、地壳形变幅度、速度、强度等。强震多发生在活动断裂的端点、拐点、交点、闭锁点等部位。

地震中期预报依据各种前兆趋势异常的时空分布特征圈定危险区,并据经验公式判断发震时间与强度。进行中期预报要考虑监视研究区的地震地质构造、历史地震情况、监测台网的布局,各单项异常的类型、空间分布特征、数量、幅度、异常起始、转折、结束时间及异常的预测意义;地震活动性的时间变化分析及是否出现空区(在被称作地震空区的区域内,地震活动水平明显低于周围地区,或几乎没有地震发生。地震空区有可能与孕震有关)、条带、集中区等空间异常图像;在上述基础上统计与作图,进而分析各类异常的时空演变特点。

地震形势预测是中期预报阶段中的基础性工作。据历史地震资料,运用统计学分析,如线性预测、极值理论、相关分析等方法或宏观震史学分析可研究地震活动的时间分布特征并划分区域地震的活动阶段,据

此可估计区域强震活动进入活跃状态的时间及相应的概率值。运用模式识别、综合概率及模糊判别等方法，利用多种预报因子可对地震趋势进行综合分析与判定。但不论什么方法，重要的还是对实际前兆信息的监测与处理分析。此外，区域强震活动与太阳黑子(太阳黑子是太阳光球层上出现的，温度比光球低的暗黑斑点)活动、地球自转、月相及旱、涝等天体活动及自然现象具有一定的相关性。通过分析发现有利于本区强震发生的环境因子出现时，也可作为强震预报的参考。

在短、临预报阶段，除继续追踪监视中期与短期异常的发展变化外，还应从时空两方面进一步核定与分析各类异常的数量、比例、持续时间、变化速率、异常幅度、转折、加速或恢复时间等特征量，临震阶段尤其要注意突发性异常的这些特征。突发性异常既包括原有中、短期趋势异常、新的大幅度加速、转折或恢复，也包括新出现的前兆突跳、阶跃和有一定数量与范围的宏观异常现象，如地下水的突然升降、变色、变味、翻花、冒泡，水、气、油的喷发，动物习性异常，声、光、电异常及气象要素的突变等。应综合分析突发性异常的总体特征，如各类突发性异常出现时间的准同步性特征；异常频次、强度等随时间的变化；突发性异常在空间分布上的相对集中性，异常分布与构造的相关性，异常数量与项目的比例等。继续修正已有的地震三要素〔地震三要素指(未来)地震的发震时间、地点与震级，它是地震预报需要回答的主要问题〕。密切监视预报区及周围地区的地震活动动态，尤其是当监视区出现显著的震群活动时，应立即运用多项判据判定是否为前震活动。

在中强以上地震或其他有重要意义的突发性震情(如中小震群活动)发生后，要迅速而准确、完整地确定地震的基本参数，给出地震序列资料及相应的基本图件，如 M-t 图、N-t 图等。确定宏观震中位置、烈度等值线与极震区长轴方向等；分析震区周围地震前后微、宏观异常变化，空区、条带、波速等震前区域中、短期地震异常背景及其他中、短、临前兆异常与已发生地震的三要素对应关系，分析本区历史地震的活动复发周期、地震类型及与临区地震活动的相关关系。

bengta yu huapo

【崩塌与滑坡】 崩塌与滑坡为山区严重的地质灾害。

崩塌　亦称山崩、岩崩、塌方等。指陡峭斜坡上的岩体或土体在重力作用下，突然脱离母体，发生崩落、滚动的现象或过程。根据崩塌岩石性质，分为岩崩、土崩。

以一次崩落岩土体体积大小标度崩塌规模，分为4级：①小型崩塌：岩土崩落体积小于 $1\times10^4\,m^3$；②中型崩塌：岩土崩落体积为 $1\times10^4\sim10\times10^4\,m^3$；③大型崩塌：岩土崩落体积为 $10\times10^4\sim100\times10^4\,m^3$；④特大型崩塌：岩土崩落体积大于 $100\times10^4\,m^3$。

滑坡　俗称走山、移山、垮山、地滑、土溜等。它是斜坡上的岩体或土体因种种原因在重力作用下沿一定的软弱结构面发生整体顺坡下滑的现象或过程。从不同角度可以把滑坡分为若干种类型：根据滑坡体岩土性质将滑坡分为松散沉积土滑坡、填土滑坡、半成岩滑坡、破碎岩石滑坡、完整岩石滑坡；根据滑坡体厚度(或滑床深度)分为浅层滑坡、中层滑坡、深层滑坡。

滑坡与崩塌同属于斜坡变形现象，二者一方面具有类似的形成条件和分布规律，另一方面又具有不同特点。崩塌活动是崩塌体完全脱离母体，岩土体垂直位移量远大于水平位移量，其发生过程短暂而又突然；而滑坡体则很少完全脱离母体，岩土体水平位移量一般大于垂直位移量，其发生过程长短不一，短的可在几分钟内完成，长的可历时数年。

滑坡除了破坏房层和其他工程设施外，还常常破坏农作物和耕地，有时还会造成人畜伤亡、阻塞河道等。

决定滑坡破坏能力的指标主要是滑坡体体积和滑坡的滑动速度。

根据滑坡体体积，将滑坡分为4个等级：①小型滑坡：滑坡体积小于 $10\times10^4\,m^3$；②中型滑坡：滑坡体体积为 $10\times10^4\sim100\times10^4\,m^3$；③大型滑坡：滑坡体积为 $100\times10^4\sim1\,000\times10^4\,m^3$；④特大型滑坡(巨型滑坡)：滑坡体体积大于 $1\,000\times10^4\,m^3$。

根据滑坡的滑动速度，将滑坡分为4类：①蠕动型滑坡：人们凭肉眼难以看见其运动，只能通过仪器观测才能发现的滑坡；②慢速滑坡：每天滑动数厘米至数十厘米，人们凭肉眼可直接观察到滑坡的活动；③中速滑坡：每小时滑动数十厘米至数米的滑坡；④高速滑坡：每秒滑动数米至数十米的滑坡。

dimian taxian he diliefeng

【地面塌陷和地裂缝】 地面塌陷指地表岩体或土体受自然作用或人为活动影响向下陷落，并在地面形成塌陷坑洞而造成灾害的现象或过程。引起地面塌陷的动力因素主要有地震、降雨以及地下开挖采空，大量抽水等。地面塌陷主要破坏房屋、铁路、公路、堤坝等工程设施。

地面塌陷所形成的单个塌陷坑洞的规模不大，直径一般为数米至数十米，个别巨大者达百米左右。塌陷程度的主要标志是一次塌陷所形成的塌陷坑洞数量和它的影响范围，据此将地面塌陷分为4个等级：①小型塌陷：塌陷坑洞1～3处，合计影响面积小于 $1\,km^2$；②中型塌陷：塌陷坑洞4～10处，合计影响面积 $1\sim5\,km^2$；③大型塌陷：塌陷坑洞11～20处，合计影响面

积5～10 km^2；④特大型塌陷：塌陷坑洞超过20处，合计影响面积10 km^2以上。

地裂缝　在一定地质自然环境下，由于自然的或人为的原因，地表岩土体开裂，在地面形成一定长度和宽度的裂缝的现象或过程，大部分地裂缝是由于地震、火山喷发、构造蠕变活动引起，部分地裂缝是由于崩塌、滑坡、地面沉降、岩土膨缩、黄土湿陷以及水的渗蚀、冻融等原因引起。地裂缝主要危害房屋与工程设施的安全。

地裂缝的规模主要取决于一次地裂缝活动所出现的地裂缝条数、累计长度和影响范围。根据这些指标，将地裂缝划分为3个等级：①小规模地裂缝：地裂缝累计长度小于100 m，影响范围小于0.5 km^2；②中等规模地裂缝：地裂缝累计长度100～1 000 m，影响范围0.5～5.0 km^2；③大规模地裂缝：地裂缝累计长度大于1 000 m，影响范围大于5.0 km^2。

redai qixuan zaihai

【热带气旋灾害】　热带气旋是一种发生在热带和副热带海洋上的深厚的低气压涡旋。由于它发生的海域不同，名称各异，一般有飓风、台风、风暴等。

分类　自1989年起世界气象组织规定，热带气旋按其中心附近的平均最大风速的大小分为4类。

1. 热带低压：中心附近平均最大风力达7级（即风速为13.9～17.1 m/s）及其以下。

2. 热带风暴：中心附近平均最大风力达8～9级（风速为17.2～24.4 m/s）。

3. 强热带风暴：中心附近平均最大风力达10～11级（风速为24.5～32.6 m/s）。

4. 台风：中心附近平均最大风力达12级（风速为32.6 m/s以上）。

源地　从全球来看，热带气旋主要发生在8个海域，其中北半球有5个海域，南半球有3个海域。热带气旋在各海域发生季节和频次不同。

1. 西北太平洋海域，全年各月都会发生，但主要发生在5～11月，平均每年30个左右，最多的年份达40个（1967年），最少的年份达20个（1951年）。该区发生的热带气旋是全球最多的，占全球的40%左右。

2. 中美洲海岸以西的北太平洋海域，一般发生在6～10月，平均每年有14个，占全球的17%左右。

3. 北大西洋海区，即中美洲海岸以东，包括加勒比海西部和墨西哥湾等海域，一般发生在6～11月，平均每年有9个左右，占全球的11%左右。

4. 孟加拉湾和阿拉伯海，这两海域一般发生在5～6月和10～11月，前者海域平均每年有4个，约占全球的5%；后者平均每年有1个，约占全救的1%。

5. 140°W以西的南太平洋海域，一般发生在12月～次年4月，平均每年有7个，占全球的9%左右。

6. 南印度洋有两个海域：澳大利亚的西北部沿海海域，一般发生在11月～次年4月，每年平均7个左右，占全球的9%。

90°E以西的海域，一般发生在11月～次年5月，每年平均8个，约占全球的10%。

基本特点　热带气旋灾害的特点与其生命史、结构和活动规律有关。通常人们将热带气旋的生命史分为四个阶段，即把从最初的低压形成到消亡或者转为温带气旋的过程分为形成期、发展期、成熟期和衰亡期。整个生命史一般持续时间为3～8天，最长可达20天以上，最短的仅1～2天。一般夏、秋季的热带气旋生命期较长；而冬、春季较短。

发展到热带风暴和台风强度的热带气旋是一个深厚的低气压，中心气压很低，其周围的气压梯度（单位水平距离内的气压差）较大，因此形成大风区。从其低空风场的水平分布来看，可以分为三个部分。一是眼区，又称热带风暴和台风内圈。在此圈内风速小或静风，一般为天高云淡。此圈的直径一般为10～60 km，大多呈圆形，有时呈椭圆形，其大小和形状多变。二是漩涡区，又称热带风暴和台风的中圈。该区是围绕眼区分布的一条最大风速带，其宽度平均为10～20 km。它是狂风、暴雨、巨浪的集中区，也是破坏力最强烈的部分。三是大风区，又称热带风暴和台风的外圈。其范围从漩涡中最大风速区的边缘到外圈边缘的距离，一般为400～600 km，有时可达800～1 000多km，其外围风力可达6～7级，向内风速急增。

另外，热带气旋是大型气压场中的一个较小的天气系统，因此它的移动受着大型环境流场的影响。就是说，它有着一定的移动速度和路径。一般发展比较成熟的热带气旋，其移动速度平均20～30 km/h，当其加强或转向时移速较慢但转向后移速加快，可达80 km/h。

从上述情况可知，热带气旋灾害的基本特点大致有以下几点：

1. 频次较多。全球每年平均发生热带气旋80余个，其中约有78%的可以发展成灾害性的热带风暴和台风。

2. 地域性和季节性明显。此种灾害主要发生在热带和副热带的部分海域及其沿海地区。只有少数热带气旋可以深入内陆，形成暴雨洪涝等灾害。此外，热带气旋灾害主要发生在夏季，秋季次之，冬、春季甚少。

3. 伴有多种灾害。热带风暴以上强度的热带气旋，其眼区气压很低，可引起海面的上升。有人提出，当气压降到正常海平面气压值（p_0 = 1 000 hPa）以下100 hPa条件下可使海水潮位升高1 m，越靠近中心潮位越高。一般台风强度时，可使眼区的潮位抬高数十厘米。特别是靠近眼区的漩涡区，由于作用于洋面的

风应力极大，一般造成的波浪群高度可达十几米，有时可高达 20～50 米。另外，当强热带气旋接近海岸时，持续的向岸风力使海水沿着海岸堆积起来，而形成风暴潮灾害。因此，强热带气旋不仅狂风、暴雨直接造成危害，还伴有巨浪和风暴潮灾害。当其中心登陆后，风力迅速减弱，但常常形成较大范围的大到暴雨区，造成洪涝灾害，并且可以引发泥石流和滑坡等灾害。

4. 危害范围较大。虽然强热带气旋的水平尺度有限，特别是具有破坏力极强的部分较小，平均约为 1 000～3 000 km^2。但是，一般它具有 3～8 天的生存期，而且又有相当的移速，因此受其危害的范围远远大于其自身的尺度。

5. 造成的损失严重。根据联合国世界气象组织公布的 1947～1980 年全球 10 种主要灾害造成的死亡人数中，热带气旋灾害造成的死亡人数达 49.9 万人，为十大灾种之首。此种灾害不仅累积灾损严重，有时一次重灾造成的损失也相当严重。例如 1970 年 11 月孟加拉受到一次强烈的热带风暴袭击，造成海堤决口，海水陡涨，沿海受海水和洪水共同影响，加之狂风肆虐，房屋倒塌，造成死亡人数高达 30 万。这是 1964 年以来，全球因自然灾害造成的死亡人数最多的一次。

fengbao zaihai

【风雹灾害】 风雹灾害是指冰雹、雷雨大风和龙卷风等强对流性天气造成的灾害。由于这种灾害性天气发生在积雨云中，故称其为“对流性风暴”或“强雷暴”，以严重降雹为主的雷暴又称“雹暴”。风雹灾害又称“风暴灾害”，这种灾害主要发生在温带地区，但各地发生的频次和危害程度有所不同。我国每年平均发生近 1 000 次，最少为 400 余次(1977 年)，最多达 2 150余次(1987 年)。由于这种灾害发生范围广、频次高，局部灾情重，所以累积灾害造成的损失比较重，约占全国自然灾害总损失的 10% 左右。

风雹灾害主要表现为风灾、雹灾和暴雨灾害。由于这三种灾害同时发生在强雷暴云中，所以往往是相伴而至。风雹灾害是强雷暴云的产物。通常一个雷暴云叫做一个雷暴单体，其水平尺度约 10 多公里。多个雷暴单体成群或成带地聚集在一起叫做雷暴群或雷暴带，其水平尺度可达数百公里。每个雷暴单体的生命史大致可分为发展、成熟和消亡三个阶段。在不同的阶段中，其结构的特征不同。一般每个阶段大约持续 10 多分钟至半小时左右。一般雷暴单体的生命期约为半小时至 1 小时左右，而多个单体的雷暴群或雷暴带往往随着单体的新陈代谢可持续几小时或 10 多小时。雷暴云在发展阶段(即积云阶段)地面上的风一般很弱，但上升气流贯穿于整个云体，云顶高度一般在 4～5 km以上。成熟阶段(即雷暴云或风暴云阶段)有雷电和阵性降水物产生，并且由于雨或冰雹等降水物的拖曳作用在云中产生下沉气流。这种下沉气流冲到地面附近时，向四周散开，造成阵风。这时云顶高度可达 7～18 km。风雹灾害就发生在此阶段中。消散阶段，云中上升气流明显减弱，以下沉气流为主，云体逐渐消散。

风雹灾害产生于成熟阶段的风暴云(强雷暴云)中。此时云底部的下沉气流呈楔状，把前方的暖湿气流抬升起来，所以通常上升气流呈斜状，又称“斜升气流”。这种上升气流在移动的风暴云中位于其右前侧，而下沉气流在其右后方。风暴云中的上升气流速度，一般可达 15～27 m/s或以上，特强的上升气流可达 60 m/s以上。这种强烈的上升气流可以承托住直径为 15～20 mm或以上的雹粒。雹粒的大小与上升气流的速度成正比。此外，风暴云中强烈的下沉气流常常造成近地面层很强的雷暴高压和辐散的气流。这种辐散气流与其前方暖湿空气之间形成一个陡峭的分界面，又称“阵风前沿线”。因此，当风暴云临近的瞬间发生风向突变、风力猛增、气温急降，阵雨、冰雹接踵而来。例如 1974 年 6 月 17 日，南京受风暴云侵入时，出现 12 级以上大风(最大瞬间风速为38.8 m/s)，10 分钟内气温下降了11 ℃。一般狂风暴雨、冰雹和龙卷风等灾害都发生在“阵风前沿线”附近及雷暴高压前半部。

龙卷是风暴云底部伸向地面的旋转的漏斗状云。当它伸展到地面时会引起强烈的旋风，所以俗称龙卷风。实际上，龙卷是一个强烈旋转的小涡旋，中心气压很低，其风力可达 100～200 m/s以上。所以它具有很大的破坏力。事实表明，产生龙卷的风暴云发展最强烈，其造成的损失最严重。

风雹灾害有以下特点：

1. 局地性强。一般强雷暴云的水平尺度约 10 多公里，生命期约几分钟至 1 小时；多单体群(或带)水平尺度为 10～100 km，生命期可达几小时到 10 多小时。然而产生灾害的“阵风前沿线”等部位，仅是该雷暴云的一小部分，而且受地形等影响，时强时弱，所以造成的灾害区是一种间断性的。一般成灾范围，其宽度从几十米到几公里，长度为几百米到 10 多公里，长者可达几十公里，这样，使各地灾情轻重不一。人们常用“雹打一条线”、“冰雹隔牛背”来形容其局地性。

2. 持续时间短。一般风雹持续 1～15 分钟左右，少数在 30 分钟或以上，所以这种灾害具有“来得猛，走得快”的特点。

3. 群发性明显。由于强雷暴云的生成和发展受冷(暖)锋、低涡和切变线等天气系统的影响，所以它随着天气系统的移动，相继侵入各地而形成灾害。例如，1987 年 7 月 31 日 14 点 10 分到 17 点 15 分，在 3 个多小时内黑龙江省的呼兰、海伦、拜泉、讷河、绥棱、望奎、克山、青冈、汤原等地相继发生龙卷风。

4. 发生时间集中。强雷暴云的发展,除了受天气系统的抬升作用外,还受下垫面的热力影响,因此它的日变化明显。据统计,河北省降雹在 13 ~ 19 时的频率达 75%。华南地区也多见于午后到上半夜。

5. 发生频次高。风雹灾害是我国气象灾害中发生频次最多的灾害。

fengbaochao zaihai

【风暴潮灾害】 风暴潮指由强烈大气扰动,如热带气旋(台风、飓风)、温带气旋等引起的海面异常升高现象。沿海验潮站或河口水位站所记录的海面升降,通常为天文潮、风暴潮、(地震)海啸及其他长波振动引起海面变化的综合特征。一般验潮装置已经滤掉了数秒级的短周期海浪引起的海面波动。如果风暴潮恰好与天文高潮相叠(尤其是与天文大潮期间的高潮相叠),加之风暴潮往往夹狂风恶浪而至,溯江河洪水而上,则常常使其影响所及的滨海区域潮水暴涨,甚者海潮冲毁海堤海塘、吞噬码头、工厂、城镇和村庄。大潮灾,如 8 923 和 9 216 号台风风暴潮。1992 年 8 月 28 日至 9 月 1 日,受第 16 号强热带风暴和天文大潮的共同影响,我国东部沿海发生了 1949 年以来影响范围最广、损失非常严重的一次风暴潮灾害。潮灾先后波及福建、浙江、上海、江苏、山东、天津、河北和辽宁等省、市。风暴潮、巨浪、大风、大雨的综合影响,使南自福建东山岛,北到辽宁省沿海的近万公里的海岸线,遭受到不同程度的袭击。受灾人口达 2 000 多万,死亡 193 人,毁坏海堤 1 170 公里,受灾农田 193.3 万公顷,成灾 33.3 万公顷,直接经济损失 90 多亿元。

当然,如果风暴潮位非常高,虽然未遇天文大潮或高潮,也会造成严重潮灾。8 007 号台风风暴潮就属于这种情况。当时正逢天文潮平潮,由于出现了 5.94 米的特高风暴潮位,仍造成了严重风暴潮灾害。依国内外风暴潮专家的意见,一般把风暴潮灾害划分为四个等级,即特大潮灾、严重潮灾、较大潮灾和轻度潮灾。

hailang zaihai

【海浪灾害】 海浪是指由风产生的海面波动,其周期为 0.5 ~25 秒,波长为几十米至几百米,一般波高为几厘米至20 m,在罕见的情况下,波高可达30 m。由强烈大气扰动,如热带气旋(台风、飓风)、温带气旋和强冷空气大风等引起的海浪,在海上常能掀翻船只,摧毁海上工程和海岸工程,造成巨大灾害。这种海浪称为灾害性海浪。也有的把这种能导致发生灾害的海浪称为风暴浪或飓风浪。

有史以来,全世界差不多有 100 多万艘船舶沉没于惊涛骇浪之中。中国古代航海文献中,多处记载了航海者与狂风恶浪搏斗的场面。隋唐时期,鉴真和尚在 11 年中东渡日本 6 次,前 5 次都因遇飓浪而失败。据史书记载,公元 1281 年农历 6 月,元世祖忽必烈命范文虎率 10 多万军队,乘 4 400 多艘战舰攻占日本的一些岛屿。8 月 23 日,一次台风突然袭击,战舰几乎全部毁坏、沉没,10 多万军队仅 3 人生还。

本世纪以来,中国近海和近岸曾发生许多次由于灾害性海浪酿成的沉船事故,导致了大量人员伤亡和财产损失。1906 年 9 月 22 日一次强台风袭击北部湾时,广西沿海沉船、倒屋、冲毁海堤、淹没农田不计其数,仅合浦县和北海市就死亡几千人。1922 年 8 月 2 ~3 日(农历 6 月 10 日)广东汕头地区遭受一次台风暴潮与海浪袭击,使"无数乡村多被卷入海涛之中",居民死亡 7 万余人。1923 年 8 月 18 日的一次强台风,测到 110 节(55 m/s)的最大风速和目测到波高近 10 米的狂浪,停在香港港内的 16 艘远洋船舶被狂浪抛上香港岸边,一艘潜水艇沉没。就是泊在九龙船坞内的 1 700 多吨的"龙山"号轮船,也被风浪拉断锚链连同其他船只抛出海外,最后沉没,死亡 40 余人。1939 年农历 7 月 15 日的一次强台风,风浪和海潮一起肆虐,导致滨海县的海堤决口,淹死 13 000 人。

台风型灾害性海浪是导致巨灾灾害的主要原因。据 1982—1990 年的统计,中国近海因灾害性台风海浪翻沉的各类船只达 14 345 艘,损坏 9 468 艘,死亡、失踪4 734人,伤近 4 万人。平均每年沉损各类船只2 600 多艘,死亡 520 人。最严重的 1985 年共翻沉4 236艘船,死亡 1 030 人;1986 年 4 102 艘,死亡889人;1990 年3 300艘,死亡876人。

honglao zaihai

【洪涝灾害】 洪水是造成洪水灾害的直接原因。当洪水自然变异强度超过一定标准,给人类生产生活造成重大损失,即出现灾害。

洪水可分为河流洪水、湖泊洪水和风暴潮洪水等。其中河流洪水依照成因的不同,又可分为以下几种类型:

1. 暴雨洪水。它是最常见、威胁最大的洪水,是由较大强度的降雨形成的,简称雨洪。我国受暴雨洪水威胁的主要地区有 73.8 万平方公里,耕地面积 3 300万余公顷,大多分布在长江、黄河、淮河、珠江、松花江、辽河等 6 大江河中下游和东南沿海地区。河流洪水的主要特点是峰高量大,持续时间长,灾害波及范围广。近代的几次著名水灾,如长江 1931 年和 1954 年大水、珠江 1915 年大水、海河 1963 年大水、淮河 1975 年大水等,都是这种类型的洪水。

2. 山洪。它是山区溪沟中发生的暴涨暴落的洪水。由于地面和河床坡降都较陡,降雨后会较快形成急剧涨落的洪峰,所以山洪具有突发、水量集中、破坏力强等特点,但一般灾害波及范围较小。这种洪水如形成固体径流,则称作泥石流。

3. 融雪洪水。主要发生在高纬度积雪地区或高

山积雪地区。

4. 冰凌洪水。主要发生在黄河、松花江等北方江河上。由于某些河段由低纬度流向高纬度,在气温上升,河流开冻时,低纬度的上游河段先行开冻,而高纬度的下游段仍封冻,上游河水和冰块堆积在下游河床,形成冰坝,也容易造成灾害。在河流封冻时也有可能产生冰凌洪水。

5. 溃坝洪水。它是大坝或其他挡水建筑物发生瞬时溃决,水体突然涌出,造成下游地区灾害。这种溃坝洪水虽然范围不太大,但破坏力很大。此外,在山区河流上,在地震发生时,有时山体崩滑,堵塞河流,形成堰塞湖。一旦堰塞湖溃决,也形成类似的洪水。这种堰塞湖溃决形成的地震次生水灾的损失,往往比地震本身所造成的损失还要大。

涝灾可分为内涝和"关门淹"两类。内涝是指流域内发生超标准降雨产生的径流,来不及排入河道而引起大面积积水成灾;"关门淹"指外河水位居高不下,致使支流下游的湖泊洼地无法自流、排出而积水成灾。另外,长期积水,使区域地下水位升高,也造成区域涝渍灾害。内涝型洪水灾害在湖群分布广泛的地区更为明显。例如在太湖流域,区域经济高速发展,旧的农业生态失去平衡,新的平衡体系尚未建成,一旦出现大洪水,势必酿成大灾。1991 年太湖洪涝灾害就是一例。太湖原有进出口 108 处,其中半数与长江相通,起着吐纳洪水的调节作用。滨湖平原渠网密布,每平方公里达 3 公里以上。但近 10 年来,乡镇企业迅速增长,围湖修路,垫平沟渠营造厂房。整个太湖又修造了大堤,堵塞了泄洪水道近 2/3。例如苏州城外,建造了 4.5 米高、16 公里长的防洪大堤;上海市花 5 亿元修建了防洪大堤。大洪灾时,水道排水不畅,区域积水无法排出。

蓄滞洪区也可以说是另一种形式的洪涝灾害类型。

多年来防治洪水的实践经验表明:在遇超标准洪水时,要做到有效地减轻洪水灾害,必须在充分发挥防洪工程的作用下,配合运用分洪滞洪区。建设和用好蓄滞洪区是防御灾害性洪水的一项重要措施。但是蓄滞洪区并非经常运用,只有大洪水期间方才启用。因此,蓄滞洪区内的居民和产业也必然谋求发展。而区内居民越多,产业越发展,在蓄滞洪运用时的损失也越大。因此,加强蓄滞洪区的发展管理,是减轻灾害损失的重要方面。

以上所说主要是河流洪涝灾害。在滨海地区,由于热带气旋带来暴雨,并引发洪水,以及强风暴导致的风暴潮,会使海岸区遭灾。

jianzai xitong

【减灾系统】 减灾系统指在统一规划与指挥下,相互联系的各系列的整体减灾措施的有机组合。

减灾系统分为 10 个子系统:灾害监测、灾害预报、灾害评估、防灾、抗灾、救灾、安置与恢复、保险与援助、宣教与立法、规划与指挥。

灾害监测是减灾工程的先导性措施。通过监测提供数据和信息,从而进行示警和预报,甚至据此直接转入应急的防灾和减灾的指挥行动。例如对一些有一定发展过程的灾害,如水灾、风灾等,都可以根据灾势发展的监测结果,对其可能成灾地区,实施应急的减灾对策与措施。为了提高监测系统的减灾效能,必须对现有的监测系统进行技术更新与改造,向机动与固定相结合的立体监测系统方向发展。各灾害类别的监测,由于其共性远大于个性,所以应建设统一的综合性技术监测系统,促进多学科交叉,推进地球科学大系统科学的发展。

灾害预报是减灾准备和各项减灾行动的科学依据。如气象预报以数值预报为主,结合天气图方法、统计学方法和人工智能技术的综合预报方法。有些灾害预报,如地震多年预报成功率仍徘徊在 20% ~30%。由于各种自然灾害的发生经常有密切的连发性和关联性,应在发展预报技术的同时,探索自然灾害的综合预报方法,及巨灾预报研究。使预报内容与形式的系列化、多样化、提高预报的适应性。

灾害评估是指对灾害规模及灾害破坏损失程度的估测与评定。

灾害评估分为灾前预评估、灾时跟踪评估、灾后终评估。

灾害预评估是指在灾害发生之前,对可能发生灾害的地点、时间、规模、危害范围、成灾程度等进行预测性估测,为制定减灾预案提供依据。

灾时跟踪评估是指灾害发生后,为了使上级管理部门和社会及时了解灾情,组织抗灾救灾,对灾害现实情况和可能趋向所做的适时性评估。

灾后终评估是指灾害结束后通过全面调查后,对灾情的完整的总结评定。其主要内容包括:灾害种类、灾害强度、灾害活动时间与地点、人员伤亡和财产破坏数量、经济损失、抗灾救灾措施等。

防灾包括两方面措施,一是在建设规划和工程选址时要充分注意环境影响与灾害危害,尽可能避开潜在的灾害;二是对遭受灾害威胁的人和其他受灾体实施预防性防护措施。前一方面,在国家的大型工程规划中都按规范进行了考虑。后一方面与防灾知识和技术的普及有关,这方面在提高全民防灾意识的指导下,具有很大减灾潜力。

抗灾通常是指在灾害威胁下对固定资产所采取的工程性措施。这方面减灾的有效性是明确的,如大江大河的治理,城市、重大工程的抗灾加固,均可大大提

高抗灾的水平。反之,若工程质量差,年久失修,抗灾能力远远低于自然灾害的危害强度时,则自然灾害发展趋势会明显增长。

救灾是一项社会行动,除了国家拨发救灾款外,要大力提倡自救、互救,应大力发展灾害保险,拓宽社会与国际援助渠道。要加强救灾技术与设备、机器的研究。灾害频发区应做好各项救灾物资的储备。

安置与恢复,包括生产和社会生活的恢复,这也是一项具有很大减灾实效的措施。一次重大灾害发生之后,必然造成大量企业的停产、金融贸易的停顿、工程设施的损毁,以致社会家庭结构的破坏等,会引起巨大的损失。尽快缩短恢复生产、重建家园的时间,是减灾的重要措施。

保险与援助是灾后恢复人民生活、企业生产和社会功能的重要经济保障之一。灾害保险是一种社会的金融商业行为,但它以保户自储和灾时互助的准则,千万保户的自援行动是对国家灾损援助的重要补充。

减灾的宣传教育是提高全民减灾意识,素质和全社会减灾能力的重要措施,国内外对灾害教育和多种灵活的普及宣传活动都十分重视。灾害立法是保障各项减灾措施、规范减灾行为、实施减灾管理的法律保障,同时也是提高减灾意识和积极性的一种社会舆论。

制定国家和各级政府的减灾规划和减灾预案,协调全社会的减灾、救灾行为,建立政府的减灾指挥系统,建立减灾试验区、组织减灾队伍及防灾救灾训练、演习等均须统一规划和指挥。

jianzai jiuzhuxue

【减灾救助学】 专门研究灾害救助问题的学科。减灾救助学所界定的救助比传统的救灾要广义得多。它包括:①紧急抢救;②安排灾民生活;③恢复工农业生产和公益设施;④扶持灾民发展生产等。1983年第八次全国民政工作会议确定的救灾救济工作指导思想要求:要变单纯生活救济为生活救济与生产救济相结合;要积极组织社会力量,推进救灾救济工作社会化;要引进保险机制,试办救灾保险等。

减灾救助学不能不涉及社会保障。一般讲,社会保障是国家和社会通过立法,向由于自然或社会等原因而生活贫困的社会成员提供一定的物质帮助,以保证其基本生活权利的一种社会政策。按照国际劳工组织的国际权威性《社会保障导论》一书,我国社会保障体系视为社会救助、社会保险、社会福利、社会优抚的有机整体。减灾救助学研究要求明确的几大理论问题是:①灾害救助的社会本质在于通过特殊的社会状态下维护和保障灾民的基本生活需要以解决社会问题、调整社会矛盾;②灾害救助的社会功能在于系统整合,它在中国现代化进程中作用独特;③灾害救助的经济功能的实质在于最大限度地节省社会性费用及开支,灾害救助就是这样一种由利益主体和在此基础上形成的利益关系所构成的利益活动。

fangzai yuan

【防灾预案】 防灾预案是灾害管理学重要分支,同时也是实践性极强的学科之一。应急防灾、抗灾、救灾行动计划又叫预案管理,它是政府、有关部门、专业救灾抗灾队伍,在重大灾害发生时所采取的按照事先已安排诸多比选方案实施的技术措施、管理办法及行动计划。一般讲,防灾预案从灾害风险出发,预测本区域内灾情,尤其是最大事故的危险性;事先提出对应于不同灾情危险度应设置的防灾机构、防灾队伍及救助资金;灾情监测与快速评估方法及其在紧急状况下城市生命线系统的统筹分工等。

以备受全球关注的城市减灾的防灾预案研究为例:城市减灾应急预案即城市突发事件如自然巨灾、重特大事故、环境公害或人为破坏的应急管理、指挥、救援计划。一般现行城市规划及城市总体规划中无此内容,现有的仅仅是某些环节的城市生命系统的救援如供电、供水、煤气的应急方案等,由于它们不带有区域性及未进行最大危险性分析,所以尚不完整也不适合综合减灾的需求。若从抗震减灾问题出发,应急预案制定要适合如下原则:①保证供应的原则。保障人民生活用水,消防用水和工业生产用水是最基本的抗震减灾原则。保证供应的原则,首先要保证有足够的水量,其次是保证水压满足震时抢险救灾的需要。②应急抢修的原则。城市供水系统工程,是从水源到净水厂,通过供水管网送水到用户,是一个连续性很强的生产运行过程。一个环节被震损,就会造成终止供水,而且从水源到管网,越在供水系统上一道生产运行出现震损,影响供水面越大。③保证水质的原则。震灾中,居民的生活条件和环境恶劣,会诱发传染疾病,应严防各种疾病以饮用水为介质进行传播,因此城市供水部门在抗震减灾中要保证水质和饮用水卫生。④平时与震时相结合的原则。破坏性地震在何时何地发生,震级多大,在当前科学技术水平条件下很难预报得准确,因此在制定防震减灾预案时,就要与平时生产运营系统有机的结合起来。甚至可以是平时生产运营(指挥、生产、调度、抢修)系统,在震时再充实强化就是应急预案的生产运营(指挥、生产、调度、抢救)系统,这是既经济又能做到的常备不懈的好办法。⑤指挥灵敏有效的原则。建立灵敏有效的防震减灾系统,首要的是要有一个权威性的组织领导指挥机构,并配备一个高效的信息传递通讯系统,保证政令畅通。

城市减灾应急预案的构成包括:①建立完善的组织领导指挥系统。如:建立的抗震减灾组织领导指挥系统,要充分考虑与平时组织领导体制相一致性,与平时生产运营调度指令系统相一致,与平时信息通讯系

统相一致。抗震减灾领导指挥系统的各岗位应建立明确的岗位责任制。②建立强有力的应急工程抢修保证体系。要从城市供水范围,系统工程各个部位的实际需要出发,建立工程抢修队伍。③建立协调作战保证体系。在完成城市供水管网漏水抢修时,做到及时抢修恢复供水,必须得到社会有关部门紧密配合,协同作战才能顺利完成。因此城市供水部门(企业)要有专职部门和专职人员协调市政交通、道路、排水、环保、园林等部门,求得他们的支持和帮助。而上述各部门也应设专职部门和专职人员配合城市供水工程抢险,共同完成保证供水任务。④灾时生产运营保证体系。灾时生产运营保证主要有两方面,一是要强化自身安全生产,防止任何事故的发生。另一方面是强化安全保卫工作,防止社会环境影响城市供水部门正常生产运营。⑤后勤保证体系。在抗震减灾过程中遇到的困难会比日常组织生产和工程抢修更多。因此要建立与抗震减灾相适应的后勤保证体系。技术保证,如及时提供技术资料,制定抢险抢修方案,现场处理遇到的各种技术难题;物资设备保证,如及时供应原材料、施工机具、设备、非电动力装配等;生活保证,如抢险救灾人员的生活饮食及劳动保护用品的供应,为战斗在一线的人员解决家属后顾之忧等。⑥抗震减灾整备体系。震后重建工作是非常重要的。要建立一支抗震减灾整备队伍,在震时即投入工作,如记录各方面震损情况,数据统计处理,拍摄录制工程抢修及保证供应的情况的资料照片等。

国内外成功的减灾实践证明,与防灾预案学重要的相关学科有:灾害预测学、应急学、灾害管理学、防灾工程学、灾害心理学、灾害经济学等。同样,无论是中国还是外国,减灾预案研究并不复杂,问题在于要建立一个有效的应急行动中心,它作为处理灾情的“神经中枢”,其主要职能是:①通讯;②预警;③灾情的评估和监视;④提供用以显示灾情、可利用的人力物力、正在开展的工作及需要开展工作等方面情况的“信息图”;⑤应急行动中心可根据不同灾种而变化;⑥物品供应如监视紧急物品的需求、紧急物品分发的重点安排等。防灾预案学一般强调在最危险性状态下的事故状态分析,因此其预案研究才是更为有效的,完全优化的,过分强调经济第一的减灾原则是不可取的。

xiandai jiuyuan yixue

【现代救援医学】 人类在享受现代文明的同时,也被突发灾难事故以及多种危难急症、意外伤害的阴影所笼罩。而随着都市现代化,这种情况日益加剧。传统的急救医学亟待更新和发展,救援医学的创立势在必行。

1. 医疗救援学创建的背景及其目的

根据世界卫生组织(WHO)及有关信息报道,近几年意外伤害及天灾人祸有上升趋势。每年约有350万人死于各类意外突发事故,受伤人数为上述人数的100~150倍,其中约有200万名受害者成为终生残疾。医疗保健花费和生产能力丧失每年造成的损失估计约为5 000亿美元。这个严峻的现实,给医学界提出了一个新的任务即创立医疗救援学科;同时又给社会提出了一个普及安全文化的课题。前者是一旦出现天灾人祸意外伤害,能给予及时有效的紧急医疗救助,以使对生命、健康的危害减低到最小程度;而后者则是从居安思危、防患于未然这一积极的原则出发,尽最大的努力减少突发意外伤害事故的发生,以及一旦发生后能做到自救互救,把灾害事故尽量控制在一个较小的范围和较易进行紧急救助的现场。

2. 现代援救医学的重要性

自20世纪70年代以来,由于高科技的成果在世界范围内广泛应用,使人类相互交往、彼此密切的深度和广度达到了历史上前所未有的境界。社会的进步,医学模式的转变,在现场救护医学基础上应运而生了现代急救医学。它借鉴高科技的发展,使急救医学的内涵日益丰富,外延更为扩展。急救医学确切地讲是现代急救医学的建立和发展的基础;是对传统的医院内的急诊及包括手术室在内其他临床科室抢救规范化的提高;是对新建立的危重症监护病房系列救治经验和理论上的完整和支持;更是在广泛的医院外环境昔日简陋的救护技术、装备、经验、理论上的重大发展,同时将通讯、运输等纳人医学科学理论技术的范畴。可以这样地宣称:现代急救医学相对20世纪60年代以前尚未形成体系的急救,是一种重大变革乃至革命。

3. 现代救援医学的定义及学科分支

从本质上讲,传统急救医学已不适应现代灾难救援的要求,如国外已经将急救合并,开展了现场救援、抢险工作;国内外大都市初步构成救援医学网络;社会已越来越全面而充分地关注。希望形成一个以“大急救”(即救援)为中心的新机制,因为这样不仅极大地扩充救援资源,更重要的是调动社会公众参与救援,这是发展现代救援医学的基础。因此,必须看到一门新的学科,是以急救医学、灾难医学、临床急诊、危重症监护为基础,融入通讯、运输、建筑、消防、生物医学工程等学科,创立命名为“现代救援医学”的学科正在兴起。现代救援医学是处理研究现代社会生产生活在医院外环境中发生的各种危重急症、意外灾害事故,及时组织救护力量,在现场对个体或群体实施及时有效的救援、救护,进行必要的医学处理,以挽救生命,减轻伤残和痛苦,并在医疗监护下,采用现代交通,将伤病人运至医院,接受进一步全面救治的一门科学。只有现代化的救护组织,如国际、地区性的专业救护机构,以及专业救援救护力量,才能开展救援医疗工作。必须

建立相适应的现代科学的学科，使救援工作科学化、规范化，才能使救援救护知识、技能不断提高。当然，社会安全文化救援意识的形成和提高则是必要基础。

现代救援医学学科内容除了上述内容之外，广泛涉及院外急救、医学及灾难条件下监护运输、院内急诊、院内对各类灾害及应急事件的危重症监护救治、中毒救援学、交通事故救援学等方面。如机场救援医学即研究在飞机场内外发生航空器紧急情况，或不涉及航空器紧急情况，对人员的急救、治疗、护理等。与一般急救医学不同的是，机场救援医学一定要研究涉及航空器的紧急情况（空外事故等）及航空器没有紧急情况（火灾、地震等）条件下的救援特点。因此现代救援医学必须关注医学之外的灾害科学问题，如必须了解机场应急计划，能及时、有序、高效率地从机场的正常活动转入紧急状态，特别还应掌握机场救援预案的基本框架及内容，这包括掌握遇险生存的方法，即寻求生存的场所和加以保护、寻求维持生命的水和食物、寻找求生之路；及时全面控制伤病、树立坚定求生希望之心等。同样，对于防洪也有防洪救援医学问题，要将环境医学、预防医学、卫生救援学加以综合。

4. 现代救援医学呼唤救援意识和“志愿者”

发达国家及一些发展中国家在社会上倡导争当救援医学的“志愿者”，是一项增进社会文明、发扬互助友爱的群众急救活动。“志愿者”活动的内容极为丰富，“志愿者”及志愿者中的“第一目击者”有很大一部分是从事安全文化和社会救援救护活动的积极分子。我国传统的文化和习俗提出的“居安思危”，言简意赅精辟地阐述了在日常社会文化生活背景下，在安居乐业的现实环境中，对“可能”或“万一”发生的种种意外事件，在思想上、行动上能有所准备地应付，将其对人群、个体生命财产的危害损失减小到最低程度。人类活动的范围在急剧地扩大，内容在不断地充实，这就不能不说意外伤害及急性病发作的机会明显地增高，而各种医院外环境“缺医少药”的现场又给医学救援工作带来了很大的困难。此时，恰恰是熟练掌握了灾害救援知识和技能的“志愿者”，身在现场，科学而正确的作出反应。积极救灾脱险，使受难者尽快离开险区，使救援人员能安全、有效地工作，充分施展其现代医疗救援、急救的本领。“志愿者”是最可靠、最基层的救援人员。所以，强化现代救援医学理论及应用意义重大。



安全科学技术百科全书

《安全科学技术百科全书》编委会

中国劳动社会保障出版社

责任编辑／林京耀　高永新　　责任校对／袁学琦　　版式设计／朱　姝



ISBN　7-5045-3114-6/Z·074　　定价：160.00 元

《安全科学技术百科全书》
编委会名单

撰稿人名单(按姓氏笔画排列)

弓　麟　王伟平　王凤江　王勇毅　冯　澜　叶维谦
刘　杰　刘铁民　孙世昌　孙连捷　孙燕芳　任　萍
李光辉　苏汝维　谷玉兰　杜晓英　杜永东　佟德信
宋继红　何洪霖　肖国义　吴宗之　吴克坚　吴　柯
张成富　杨泗霖　杨乃莲　陈松生　陈安之　陈正桥
汪金成　李继信　周　超　孟大为　林京耀　屈荣华
金　磊　杨建青　罗　云　范填荣　胡锡润　张晋文
赵莲清　张耀兴　张梦欣　钟玉利　涂　衡　袁化临
高永新　徐　涛　钱首伟　唐　云　顾红美　姚海兴
顾　健　夏书纲　曹占强　程月明　蒋运茂　隋鹏程
隋　旭　蒲新岁　瞿荣华

序　言

进入 21 世纪,人类已经迈入一个崭新的时代。人们在欢庆新的世纪,享受经济高速发展成果的同时,依然面临着众多的问题,其中如何保护人类自身,实现可持续发展是 21 世纪最重要的一个课题。

从钻木取火到蒸汽机车的诞生,直到当今信息技术、空间技术、生物技术的广泛应用,科学技术迅猛发展。通过发展科学技术,人类摆脱了众多自然灾害的威胁,发展了生产,创造了现代文明。但随着现代化大生产的不断涌现,各种人为事故也日益凸现,而且更具突发性、灾难性和社会性。在这个过程中,人们为了生存和发展的需要,防止生产和生活中的各种意外事故,安全科学技术应运而生,并逐步发展成为一门综合性科学,成为现代科学技术的重要组成部分。

在我国,安全科学技术已列为一级学科,其基础理论、应用基础理论和专业安全技术等发展迅速,形成了比较完整的学科体系。近些年,围绕重大突发事故应急预案、城市与工业安全风险定量评估,以及重大事故监测、预警、控制和救援等方面开展了一系列的技术攻关,取得了不少成绩,为安全生产工作做出了重要的贡献。人们进一步认识到以技术创新发展我国的安全科学技术,用科技进步促进安全生产的重要性。

为研究、总结和推广安全科学技术,国家安全生产监督管理总局安全科学技术研究中心在组织专项研究的基础上,邀请有关专家编写了《安全科学技术百科全书》。该书依据安全科学体系编写,突出了安全科学技术的特点,内容包括安全科学基础理论知识、应用基础理论知识、安全工程技术、卫生工程技术、安全管理科学知识、专业安全技术知识以及防灾减灾科学知识等。该书既注重知识的科学性、准确性和系统性,又考虑了实用性,注意深入浅出;既充分汲取了工业发达国家在安全生产方面的成熟技术,也反映了我国在安全科学技术方面的最新发展,对安全科学技术的发展和解决安全生产实际问题都有一定的指导意义,可供从事安全生产科学技术研究、培训教育和安全生产监督管理人员学习、参考。

石兆明

修订说明

《安全科学技术百科全书》刚刚出版不久，我国的安全生产、劳动保护形势发生了巨大变化，安全生产、劳动保护工作的理论建设、法制建设、科学技术的研究与应用都有了飞快的发展。

——2003 年 10 月 14 日，中共十六届三中全会通过了《中共中央关于完善社会主义市场经济体制若干问题的决定》，第一次将"坚持以人为本，树立全面、协调、可持续的发展观，促进经济社会和人的全面发展"作为全党的经济工作指导思想。这一全党的经济工作指导思想也为全国的安全生产、劳动保护工作指明了方向。

在党的这一指导思想下，2004 年 1 月 7 日，国务院颁发了《国务院关于进一步加强安全生产工作的决定》，要求各级领导干部及用人单位负责人充分认识安全生产工作的重要性，进一步明确安全生产工作的指导思想及其奋斗目标；要求各级政府及有关部门进一步完善政策、强化管理、完善制度、加强领导、齐抓共管，建立长效机制，努力实现我国安全生产状况的根本好转。

——近年来，《行政许可法》的颁布实施，《劳动法》《安全生产法》《职业病防治法》的一系列主要配套法规及部门规章相继出台，标志着我国安全生产、劳动保护的法制建设不断取得新的进展，这一法律法规体系正逐步形成，并不断完善。

——目前，我国正进入全面建设小康社会的关键时期，安全生产、劳动保护科技工作者以邓小平理论和"三个代表"重要思想为指导，朝着努力构建社会主义和谐社会的方向，实施"科技兴安"战略，制定适合我国国情的安全生产科技发展规划。我国的安全科学技术基础理论研究及安全学科建设等安全生产、劳动保护科学技术工作正不断取得长足的进步。

据此，我们对第一版《安全科学技术百科全书》进行了重新修订，以保证本书内容的科学性、先进性与准确性。



图书在版编目(CIP)数据

安全科学技术百科全书/孙连捷、张梦欣主编．—北京：中国劳动社会保障出版社，2001
ISBN 7-5045-3114-6

Ⅰ．安… Ⅱ．①孙… ②张… Ⅲ．安全学-百科全书 Ⅳ．X9-61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 003096 号

中国劳动社会保障出版社出版发行
（北京市惠新东街 1 号　邮政编码：100029）
出 版 人：张梦欣
*
北京人卫印刷厂印刷装订　新华书店经销
787 毫米×1092 毫米　16 开本　40 印张　1377 千字
2003 年 6 月第 1 版　　2006 年 9 月第 2 次印刷
定价：160.00 元
读者服务部电话：010－64929211
发行部电话：010－64927085
出版社网址：http://www.class.com.cn